



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE DESARROLLO

Tesis para la obtención del grado de Máster en Gerencia de Proyectos de Desarrollo

***“Estudio de prefactibilidad para la instalación de un sistema de
energía solar fotovoltaico para 50 viviendas en la comunidad de
Santa Rita, Municipio de Niquinohomo”***

Elaborado por:

- ✓ Ing. Ana Gabriela Chávez Gumucio
- ✓ Lic. Perla Marina Reyes Pastrán

Tutor de tesis:

- ✓ Msc. Roger Vega Rodríguez

Managua Nicaragua Enero, 2017

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, porque sin él no soy nada.

A mis padres Horacio y Marina, por impulsarme a ser mejor cada día, por ser mi ejemplo de superación y mi sostén cuando las cosas no han tenido sentido para mí.

A mis pequeños Emilio y Esther, por todas las horas, noches y días, que no pudieron tener a su mamá/tía a tiempo completo.

A mis hermanas Esther y Ada, por ser padre y madre de mi hijo mientras yo estudiaba y trabajaba.

A mi amigo Freddy, por creer en mí y alentarme a lograr las cosas que quiero.

A mi amigo Romeo, quien con su actitud desafiante provocó en mí, coraje para enfrentarme a situaciones a las que temo.

Al resto de amigos que tuvieron palabras de aliento cuando sentía que no podía más.

Perla

A mi padre Mario Chávez, quien falleció cuando inicié la elaboración de esta tesis, siempre está presente en mi corazón y es quien me ha fortalecido en todo momento para la culminación de la misma.

A mi madre Ana Gumucio, por su apoyo, comprensión, amor, ayuda en cada momento. Ambos con su ejemplo me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hijo Lenin, quien es la razón de mi vida, mi fuerza para salir adelante y me alienta a mejorar personal y profesionalmente.

A toda mi familia que es lo más valioso que Dios me ha dado.

Y profundamente a Dios por guiarme siempre en todo lo que realizo.

Gabriela

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas aquellas personas que compartieron sus conocimientos con nosotras para hacer posible la conclusión de esta tesina.

Especialmente agradecemos a nuestro tutor MSc. Roger Vega Rodríguez, por su asesoría siempre dispuesta aún en la distancia.

Agradecemos también a nuestro amigo MSc. Silvano Cruz Sánchez, por esas sesiones de intercambios de conocimientos, por sus ideas y comentarios tan acertados para esta investigación.

Con mucho cariño a doña Mayra Zúniga (doña Mayrita), por todo el apoyo que nos brindó a lo largo de nuestro trayecto por la maestría y aún en el desarrollo de nuestra tesina.

A todos los que de alguna manera fueron parte de nuestra formación en esta maestría y nos acompañaron en la búsqueda de soluciones a los problemas que se nos presentaron.

Agradecemos a nuestros padres, quienes nos apoyaron y supieron motivarnos en los momentos más difíciles. Y finalmente a los hijos, quienes son la inspiración diaria de superación.

Nuestro más grande agradecimiento para todos y cada uno de ellos.

RESUMEN

En la actualidad se ha tratado en forma recurrente el tema generado por la crisis energética, la cual se debe principalmente al aumento desproporcionado de la demanda de energía eléctrica, especialmente por parte de las grandes empresas que cada vez consumen mayor cantidad de energía en sus procesos productivos, sumado al aumento de la población.

Poco a poco se han ido tomando las medidas que apuntan a una mejor utilización de los recursos energéticos existentes, mediante la aplicación de políticas de eficiencia energética para equipos eléctricos, las cuales se irán masificando gradualmente hacia equipos que demanden más energía.

Entre algunas de las estrategias del gobierno de la República, ha sido la utilización de sistemas alternativos de generación eléctrica, por ejemplo, los sistemas fotovoltaicos, los cuales han permitido disminuir la demanda de energía eléctrica de la red de distribución y beneficiar aquellos sectores en los que no existen servicios eléctricos, como el que atiende nuestro estudio.

Nuestro estudio se enfocó en la comunidad Santa Rita, del departamento de Masaya, ya que sus pobladores viven en la pobreza extrema y la mayoría de las viviendas ubicadas en la lejanía de la comunidad, no cuentan con fluido eléctrico. No obstante, la zona posee condiciones excepcionales de radiación solar y horas de sol diarias, que facilitan la instalación de un sistema fotovoltaico para la generación eléctrica.

El resultado del estudio de prefactibilidad de instalar un sistema fotovoltaico de carga de baterías para alimentar cincuenta (50) viviendas en dicha comunidad, las cuales será iluminadas con bujías de ahorrativas de 15 watts y podrán también recargar sus celulares, demostró ser factible desde el punto de vista económico, ya que las condiciones socioeconómicas de la comunidad no permiten cobrar por dicho servicio.

INDICE

1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Definición de fin, propósito y objetivos del proyecto.....	5
1.4. Identificación de la situación y propuesta de solución	6
1.5. Marco Teórico.....	7
1.6. Sistema de Marco Lógico	7
1.6.1 Análisis de los involucrados	17
1.6.2 Definición de la situación	18
1.6.3 Análisis de la situación.....	19
1.6.3.1 Causas.....	19
1.6.3.2 Efectos.....	20
1.6.4 Árbol del problema.....	21
1.6.5 Árbol de objetivos.....	22
1.6.6 Propuesta de solución	23
1.6.7 Matriz de marco lógico	24
1.7. Justificación.....	27
2. ESTUDIO DE MERCADO	29
2.1. Caracterización de la demanda donde se desarrollará el proyecto.....	30
2.1.1. Análisis de la demanda sin proyecto.....	30
2.1.2. Cálculos de la demanda del servicio sin proyecto	33
2.1.3. Proyección de la demanda con proyecto.....	33
2.2. Análisis de la oferta.....	35
2.2.1. Cálculo de la demanda potencial insatisfecha	35
2.3. Análisis de precios	36
2.4. Estudio de comercialización.....	37
3. ESTUDIO TÉCNICO	38
3.1. Determinación de la capacidad instalada del sistema.....	38
3.2. Localización óptima del proyecto.....	42
3.2.1. Macro localización	42
3.2.2. Micro localización	43
3.3. Descripción de la operación de la central fotovoltaica	43
3.4. Selección del equipamiento.....	44
3.5. Organigrama de la operatividad del Proyecto	45
3.6. Distribución del proyecto	47
3.7. Aspectos legales del proyecto	49
4. ESTUDIO FINANCIERO	51
4.1. Inversión inicial en activo fijo y diferido.....	51
4.1.1. Inversión en terreno	51
4.1.2. Inversión en infraestructura	51
4.1.3. Inversión en equipamiento	52
4.1.4. Inversiones diferidas	53
4.2. Depreciación y amortización	54
4.3. Costos de operación del proyecto.....	56
4.4. Determinación de los ingresos/beneficios.....	57

4.5.	Financiamiento de la inversión.....	60
4.6.	Determinación de la Tasa mínima atractiva de retorno.....	60
4.7.	Flujo Neto de costos de efectivo sin financiamiento.....	61
5.	ESTUDIO ECONÓMICO	63
5.1.	Calculo de las transformaciones a precios sociales.....	63
5.2.	Flujo Neto de efectivo Económico.....	63
5.3.	Calculo de VAN, TIR y relación beneficio costo.....	65
5.4	Análisis de sensibilidad	67
6.	ESTUDIO AMBIENTAL	69
6.1.	Técnicas utilizadas para el análisis.....	69
6.2.	Línea base del Proyecto	70
6.2.1.	Principales problemas ambientales identificados.....	71
6.2.2.	Resumen de Línea Base Ambiental (LBA).....	75
6.3.	Planes de Mitigación.....	89
7.	CONCLUSIONES GENERALES	90
8.	RECOMENDACIONES	94
	GLOSARIO	95
	BIBLIOGRAFIA	98
	ANEXOS.....	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Transformación de la Matriz Energética.....	3
Tabla 2. Involucrados del proyecto	17
Tabla 3. Matriz de marco lógico del estudio.....	24
Tabla 4. Cálculo del consumo de sustitutos para 50 viviendas.....	33
Tabla 5. Cálculo de demanda proyectada por consumo de energía eléctrica....	34
Tabla 6. Costo de energía para viviendas.....	36
Tabla 7. Características del diseño del sistema.....	38
Tabla 8. Estructura de cableado en vivienda.....	41
Tabla 9. Características de la Central Fotovoltaica.....	42
Tabla 10. Equipamiento de la central fotovoltaica.....	45
Tabla 11. Equipamiento en viviendas.....	45
Tabla 12. Inversión en Infraestructura.....	52
Tabla 13. Inversión en equipamiento de la central fotovoltaica.....	52
Tabla 14. Inversión para acondicionamiento en viviendas.....	53
Tabla 15. Inversiones diferidas.....	53
Tabla 16. Inversión fija total del proyecto.....	54
Tabla 17. Costos de depreciación.....	55
Tabla 18. Amortización de los activos intangibles del proyecto.....	56
Tabla 19. Mantenimiento del sistema Fotovoltaico.....	57
Tabla 20. Consumo de sustitutos sin proyecto	59
Tabla 21. Costos de operación.....	59
Tabla 22. Flujo Neto de Costos financieros del proyecto.....	61
Tabla 23. Factores de conversión.....	63
Tabla 24. Inversión Activos Tangibles a precios sociales.....	64
Tabla 25. Tabla de resultados para el proyecto a precios sociales.....	66
Tabla 26. Indicadores financieros del proyecto social.....	67
Tabla 27. Análisis de sensibilidad para la variable Ingresos.....	68
Tabla 28. Análisis de sensibilidad para la variable Gastos de Mantenimiento....	68
Tabla 29. Situaciones Negativas	76
Tabla 30. Situaciones positivas	76
Tabla 31. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS.....	78
Tabla 32. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS.....	79
Tabla 33. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS.....	80
Tabla 34. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS.....	81

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Causas que generan bajos ingresos en la comunidad.....	19
Ilustración 2. Efectos que generan bajos ingresos en la comunidad.....	20
Ilustración 3. Árbol de problema para la comunidad.....	21
Ilustración 4. Árbol de objetivos en la comunidad.....	22
Ilustración 5. Macro localización del proyecto.....	42
Ilustración 6. Ubicación del proyecto en la Escuela Norman López Porras...	43
Ilustración 7. Ubicación de módulos y centro de carga de baterías.....	47
Ilustración 8. Caseta para la carga de baterías.....	48

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

Nicaragua ha incrementado el uso de fuentes de energía renovable, según lo demuestra el Informe 2012 del Fondo Multilateral de Inversión del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) denominado “Climascope”, en el que además se evalúa el clima de inversión en energía renovable en América Latina y el Caribe. Nicaragua se ubicó en el segundo lugar de 26 países, en el Climascopio 2012”¹. Asimismo, de acuerdo al Centro Nacional de Despacho de Carga (CDNC), rector del mercado eléctrico nacional, adscrito a la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL), en determinadas horas del día la demanda eléctrica es abastecida en cerca del 60% con energías renovables.

La transformación de la matriz energética de Nicaragua beneficia a todos los sectores socioeconómicos, no obstante, dicho cambio aún no se ve reflejado en los costos medios de abastecimiento eléctrico, que comparados con la región centroamericana son los más altos², y por lo que corresponde a la cobertura eléctrica, según ENATREL se tiene aún comunidades alejadas de los cascos urbanos sin abastecimiento eléctrico. Para el cierre del 2015, se estimó que Nicaragua contaba³ con el 85.3% de cobertura eléctrica, según las proyecciones de la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL).

La propuesta de tesina “Estudio de prefactibilidad de un sistema de energía solar fotovoltaica para 50 familias en la comunidad de Santa Rita, Municipio de Niquinohomo” establecerá el conjunto de acciones a ser implementadas para convertir Santa Rita en una comunidad sostenible mediante energía renovable comunitaria.

La tesina tiene como área de estudio la comunidad de Santa Rita, ubicada de la entrada a Olla de Barro 4km al Sur del municipio de Niquinohomo, en las coordenadas 11° 54 Latitud Norte y 86° 05 de Longitud Oeste. Limita al norte con el Municipio de

¹Informe de Unidad Nicaragua Triunfa, No 69. 30 de junio de 2012.

²Análisis regional del mercado eléctrico, CEPAL, 2015.

³Artículo ENATREL culminará con un 85.3% de electrificación. <http://goo.gl/QVDP9X>

Masaya, al sur con los Municipios de Diría y la Paz de Carazo, al este con los municipios de Catarina y San Juan de Oriente, y al oeste con los Municipios de Masatepe y Nandasmo.

El número de viviendas en la comunidad es de 90, con una población de 700 personas, de las cuales 20 familias fueron beneficiadas en el año 2014, con un proyecto de paneles solares para cargar celulares y 40 viviendas actualmente cuentan con energía eléctrica convencional a través de Unión Fenosa. El índice de pobreza extrema para esta comunidad es de 36.4, según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

En el presente trabajo se analiza como alternativa de solución para la generación de energía, la instalación de equipos de suministro energético con celdas solares (un semiconductor que se excita fácilmente con la luz), teniendo en cuenta distintos factores técnicos, económicos, sociales y ambientales.

En el estudio se ha determinado la demanda de potencia necesaria para el suministro de energía en las 50 viviendas no abastecidas con energía convencional, a través de una central fotovoltaica. También se ha estudiado el emplazamiento del sistema, el proceso de instalación y sus costos, así como la conveniencia socioeconómica del proyecto y aspectos medioambientales.

1.2. Antecedentes

La generación de electricidad en Nicaragua durante 2015⁴ provino en un 47.66% de fuentes renovables (hidráulica, geotermia, biomasa y viento), lo que constituye un récord para el país y una mejora del 25% con respecto al año 2007. Se espera que para 2017, la capacidad instalada sea del 94% de energía renovable y el 6% de energía térmica, es decir, pasar del 25% en 2007 al 94% en 2017, representa una transformación casi completa de la matriz energética en una década:

Tabla 9. Transformación de la Matriz Energética (Capacidad Instalada)

Energía	2007	2011	2017
Térmica	75%	65%	6%
Renovable	25%	35%	94%
Total	100%	100%	100%

Fuente: MEM (Ministerio de Energía y Minas)

El Gobierno promueve el uso de la energía renovable por sus impactos sociales, económicos y ambientales, entre otros, reduce las importaciones de hidrocarburos, fortalece la independencia energética, reduce emisiones de CO₂, es menos costosa, todo ello deriva en oportunidades de empleo y negocios para los micro, pequeños y medianos negocios familiares, comunitarios, cooperativas y asociativos.

El Ministerio de Energía y Minas (MEM), en Nicaragua se han instalado 42 sistemas fotovoltaicos, en un número igual de comunidades, que corresponden a los municipios de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) siguientes: Siuna, Rosita, Bonanza, Prinzapolka, Waspam y Puerto Cabezas, a través del cual se proporciona acceso a una fuente de energía renovable a través de sistemas fotovoltaicos para la generación de electricidad a comunidades rurales, beneficiando a 62 mil habitantes.

⁴ Datos INE. Periodo 2006 a 2015 <http://bit.ly/2fVMltq>

El gobierno, mediante el MEN, ha instalado centros fotovoltaicos de recarga de baterías⁵, por ejemplo: En la comunidad indígena Miskito Francia Sirpi de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN). Con una donación de la Unión Europea, se financiaron siete centros fotovoltaicos de recarga de baterías que proporcionan energía a aproximadamente 300 viviendas. Cada vivienda fue beneficiada (instalado) con una batería, dos lámparas fluorescentes de 15 watts y un regulador de voltaje. Bajo dicho enfoque, se estará considerando replicar la tecnología fotovoltaica con centro de carga de batería en la comunidad de Santa Rita, departamento de Niquinohomo.

En el año 2014, la Universidad Nacional de Ingeniería, mediante la Dirección de Fuentes Alternas de Energía (UNI-DFAE) ejecutó el proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de las mujeres rurales del municipio de Niquinohomo para el fomento del uso de las energías renovables”. Un total de 20 familias (dirigido a mujeres de familia) fueron capacitadas para el diseño y construcción de tecnologías limpias (generación de biogás y elaboración de filtros de agua) a nivel artesanal, y sensibilizadas en la protección y cuidado del medio ambiente.

También se instalaron 20 paneles solares para cargar celulares. El enfoque del proyecto fue resolver las problemáticas ambientales enfrentadas por la comunidad, entre ellas, el uso de leña, adoptando tecnologías amigables con el medio ambiente y aportando a mejorar la salud de las personas. En el 2013, con el apoyo de la Embajada de Alemania se construyeron 20 cocinas mejoradas tipo justa, con el fin de mejorar la calidad de vida de las 20 familias.

⁵ Energías renovables en Nicaragua: proyecto de electrificación rural en zonas aisladas. 2005

1.3. Definición de fin, propósito y objetivos del proyecto

El presente proyecto presenta los siguientes lineamientos:

Fin del proyecto:

Incrementada la calidad de vida de los pobladores de la comunidad Santa Rita.

Propósito del proyecto:

Instalada una central fotovoltaica para suministrar el consumo básico de energía eléctrica de las viviendas de la comunidad Santa Rita.

Objetivo general del estudio:

Elaborar un Estudio de prefactibilidad para la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaico para 50 viviendas de la comunidad de Santa Rita, Municipio de Niquinohomo.

Objetivos específicos del estudio:

- Analizar la situación actual del suministro de energía eléctrica en la comunidad Santa Rita, Municipio de Niquinohomo, aplicando la Matriz de Marco Lógico.
- Realizar un estudio de mercado para el servicio de abastecimiento de energía eléctrica comunal.
- Determinar la ingeniería de proyecto para la instalación del centro fotovoltaico para la carga de baterías.
- Efectuar una evaluación financiera y económica el funcionamiento del centro fotovoltaico para la carga de baterías.
- Estimar los impactos ambientales del proyecto en las fases de construcción y operatividad del centro fotovoltaico para la carga de baterías.

1.4. Identificación de la situación y propuesta de solución

La comunidad de Santa Rita, se encuentra en niveles de bajo desarrollo social y productivo, por lo que la implementación de proyectos que contribuya a superarlo y provoquen un impacto social positivo a la comunidad son oportunos (Véase Anexo1. Macro localización y Nivel de Pobreza). Una de las condiciones que afectan a más del 50% de las viviendas de esta comunidad, es la carencia de abastecimiento de energía eléctrica domiciliar. Dicha situación los obliga a utilizar energía no renovable, para su iluminación, tales como: kerosene para encender los candiles y candelas. Es importante mencionar, que la mayoría de las viviendas sin fluido eléctrico se encuentran distantes entre sí y a 10 km del tendido eléctrico comercial, además que la empresa distribuidora no tienen planes en un periodo menor de 10 años de ampliar la red a esta zona.

La falta de energía trae consigo problemas económicos, educativos, sociales y comerciales. En lo económico, enfrentan importantes costos para la adquisición de los suministros para encender los candiles; las familias que se dedican a la agricultura y llevan al mercado sus productos podrían aprovechar preparar por la noche los vegetales que son destinados a la venta del siguiente día. Las familias que se dedican a la elaboración de artesanías, no puede utilizar las horas de noches para trabajar en su producción. Además, la falta de energía los limita a utilizar equipos y herramientas eléctricas que pueden mejorar la calidad de sus productos y, por lo tanto, mejorar sus ingresos económicos.

En lo referente a la educación, solamente se brinda primaria durante el día, por lo que los estudiantes enfrentan dificultades para estudiar (avanzar en sus asignaciones académicas) en horarios nocturnos. También, las actividades recreativas se ven reducidas por carecer de la iluminación necesaria.

Para solucionar el problema de la falta de energía para 50 familias de la comunidad, se propone realizar el presente estudio de prefactibilidad, para la generación de

electricidad a través de energía renovable, que es una alternativa que permite el suministro energético en base a fuentes naturales virtualmente inagotables, como la energía solar mediante celdas fotovoltaicas y que tienen un mantenimiento casi nulo.

1.5. Marco Teórico

La generación de energía eléctrica en base a fuentes renovables, es una tendencia mundial, y es uno de los principales acuerdos como medida de mitigación del cambio climático asumido por los países participantes del COP21m, suscrito en Paris, Francia, en diciembre 2015⁶. Las fuentes de energías renovables se han convertido en un tema prioritario en las agendas energéticas, tanto en los países industrializados como en muchas economías en desarrollo, gracias a sus efectos beneficiosos en las esferas económicas, sociales y ambientales (Del Sol, 2008).

Así, se destaca la importancia de disponer de fuentes alternativas de energía para satisfacer la demanda de las grandes naciones al proporcionar la expansión del crecimiento en las fuentes alternativas (Vilela y Araújo, 2006).

El “Plan Indicativo de la Generación del Sector Eléctrico de Nicaragua 2003-2014” no establece ningún objetivo ni obligación legal para el desarrollo de los recursos renovables del país. Sin embargo, fue aprobada la Ley N° 532, “Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con fuentes renovables” en el 2005, declarando de interés nacional el desarrollo y la explotación de los recursos renovables, estableciendo incentivos fiscales para dichas fuentes.

Más recientemente, el “Plan Estratégico del sector Energético de Nicaragua: 2007 - 2017 del MEM (Ministerio de Energía y Minas)”, revisado en Agosto de 2009, establece (p44) “En los próximos 5 años se aspira a incrementar de manera importante la participación de la generación de electricidad con fuentes renovables, tales como hidroelectricidad, geotermia, biomasa, eólica, etc.; avanzar en determinar el potencial

⁶ Convención Marco sobre el Cambio Climático (COP21) NNUU, Diciembre 2015.

hidro-carburífero de las cuencas sedimentarias; a explotar lo que resulta comercialmente viable; y a introducir patrones de uso eficiente de la energía”.

La energía solar fotovoltaica, y la eólica son las que más se emplean en Nicaragua, en comunidades aisladas donde no hay energía eléctrica en los departamentos de Chinandega, Carazo, Boaco, Estelí, Matagalpa y Rivas, incluyendo la Isla de Ometepe, en proyectos específicos para bombeo de agua, sistema de riego e iluminación domiciliar, calentamiento de agua para hoteles, para recargar baterías, celulares, refrigeración, secadora solar de frutas, cercos eléctricos solares, entre otros.

En Santa Rita es una comunidad que carece de energía convencional, de esta necesidad surge este estudio. “El estudio de prefactibilidad ... busca como mejorar la calidad de la información que tendrá a su disposición la autoridad que deberá decidir sobre la ejecución del proyecto” (Ernesto Fontaine,2005).

Según, Miranda Miranda Juan Pag. 2, 2005 “Los objetivos de cualquier estudio de prefactibilidad se pueden resumir en los siguientes términos:

- a. Verificación de la existencia de un mercado potencial o de una necesidad no satisfecha.
- b. Demostración de la viabilidad técnica y la disponibilidad de los recursos humanos, materiales, administrativos y financieros.
- c. Corroboración de las ventajas desde el punto de vista financiero, económico, social o ambiental de asignar recursos hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio.

La realización de este estudio, implica conocer la situación actual de los pobladores municipio, para ello se realizara una recolección de información, basada en datos estadísticos, informes de la alcaldía, entrevistas y encuestas a los habitantes del Municipio.

“Existen dos tipos de fuentes de información, las primarias y las secundarias.

Se llaman fuentes secundarias aquellas que se reúnen la información escrita

que existe sobre el tema, ya sean estadísticas, libros, datos de la propia empresa y otras, y las fuentes primarias, que consisten en investigación de campo, por medio de encuestas” (Vaca Urbina, 4ta Edición).

La evaluación técnica de un proyecto de generación de electricidad a partir de energía solar, dependerá esencialmente de cuales sean los procesos a alimentar y las necesidades o consumos energéticos de cada uno de ellos. Entiéndase por estudio técnico “El conjunto de conocimientos técnicos, equipos y procesos que se emplean para desarrollar una determinada función” (Vaca Urbina, 4ta Edición).

En este estudio se realizara una evaluación socio-económica. “La evaluación socio-económica tiene por objeto estimar en cuanto se modifica, en valores monetarios, la disponibilidad de bienes y servicios en el país como consecuencia de la ejecución de un proyecto” (Colama Ferra, 1999). Es decir se determinara los beneficios y costos que perciben los habitantes de Santa Rita con la ejecución de este proyecto de energía renovable.

“El estudio de impacto ambiental es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto. Es un estudio técnico, objetivo, de carácter pluri e interdisciplinario, que se realiza para predecir y gestionar los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo”.

(https://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n_de_impacto_ambiental)

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc.) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc.).

Matriz Energética: De acuerdo con datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM) de Nicaragua, en este año (2016) el país alcanzará el 56 por ciento de su generación eléctrica a partir de fuentes renovables, y asegurará el suministro de un servicio confiable y seguro a la población nacional.

Se prevé también lograr el 90 por ciento de cobertura para el 2020, lo que supondrá un crecimiento superior en 64,3 puntos porcentuales con respecto del 25,7 por ciento existente en el 2007.

De ahora al 2030, siempre según informaciones del MEM (Ministerio de Energía y Minas), se proyecta generar mil 276 MW de electricidad, de ellos 616 MW (48,3%) con hidroeléctricas; 168 MW (13,2%) con biomasa; 143 MW (11,2%), con el viento; 140 MW (11,0%) con búnker, 135 MW (10,6%) con fuentes geotermales y 74 MW (5,8%), a partir de paneles solares.

Electrificación Rural: En entornos aislados, donde se requiere poca potencia eléctrica y el acceso a la red es difícil, las placas fotovoltaicas se emplean como alternativa económicamente viable desde hace décadas. Para comprender la importancia de esta posibilidad, conviene tener en cuenta que aproximadamente una cuarta parte de la población mundial todavía no tiene acceso a la energía eléctrica.

En los países en desarrollo, muchos pueblos se encuentran situados en áreas remotas, a varios kilómetros de la red eléctrica más próxima. Debido a ello, se está incorporando la energía fotovoltaica de forma creciente para proporcionar suministro eléctrico a viviendas o instalaciones médicas en áreas rurales. Por ejemplo, en lugares remotos de India un programa de iluminación rural ha provisto iluminación mediante lámparas LED alimentadas con energía solar para sustituir a las lámparas de queroseno. El precio de las lámparas solares era aproximadamente el mismo que el coste del suministro de queroseno durante unos pocos meses.

Los países de Latinoamérica están trabajando para proporcionar energía fotovoltaica en zonas alejadas del suministro de energía eléctrica convencional. Estas son áreas en las que los beneficios sociales y económicos para la población local ofrecen una excelente razón para instalar paneles fotovoltaicos, aunque normalmente este tipo de iniciativas se han visto relegadas a puntuales esfuerzos humanitarios.

La Asamblea Nacional de Nicaragua aprobó un préstamo por 33,3 millones de dólares estadounidenses concedido por el Banco de Exportación e Importación de Corea (Eximbank) para un proyecto de electrificación rural con energía solar, según informó el servicio de noticias de la institución.

En concreto, con el préstamo se financiará el Proyecto de Desarrollo de Energía Renovable en Áreas Rurales, cuyo costo en se sitúa en 36,5 millones de dólares estadounidenses. El gobierno nicaragüense aportará 3,1 millones de dólares estadounidenses para el proyecto.

Como parte del proyecto se instalarán en conjunto 11.484 módulos fotovoltaicos, entre otros, en viviendas, centros de salud y escuelas en zonas rurales en 15 municipios en la costa caribeña. Más de 60.000 personas se beneficiarán con el proyecto.

Según el comunicado, la tasa de acceso a la electricidad se situaba en el 83,3 por ciento a finales del año pasado en el país. (<http://www.pv-magazine-latam.com/noticias/detalles/articulo/asamblea-de-nicaragua-aprueba-prstamo-para-proyecto-solar-de-electrificacin-rural-100023450/>)

Marco regulatorio y legislativo: El marco legal para el desarrollo de las energías renovables nos lleva inicialmente a mencionar la Ley creadora del ministerio de Energía y Minas, conocida como LEY DEREFORMA Y ADICIÓN A LA LEY No. 290, LEY DE ORGANIZACIÓN, COMPETENCIA Y PROCEDIMIENTOS DEL PODER EJECUTIVO. LEY No. 612, aprobada el 24 de Enero del 2007 y publicada en La Gaceta No. 20 del 29 de Enero del 2007.

En el artículo 4 se determinan las funciones de este Ministerio, entre las que destacan “impulsar las políticas y estrategias que permitan el uso de fuentes alternas de energía para la generación de electricidad.”

El marco legal específico de las energías renovables está constituido por la LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES o LEY No. 532, aprobada el 13 de Abril del 2005 y Publicada en La Gaceta No.102 del 27 de Mayo del 2005, además de una serie de leyes anteriores específicas por recursos y sus reformas, leyes complementarias, leyes sectoriales, los reglamentos y las normativas. Entre las leyes complementarias están:

- Ley No. 443, Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos, publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 222 del 21 de Noviembre del año 2002 y el Decreto No. 003-2003
- Reglamento a la Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos, publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 11 del 16 de Enero del año 2003
- Ley No. 472, Ley de Reforma a la Ley No. 443, Ley de Exploración y Explotación de los Recursos Geotérmicos, La Gaceta, Diario Oficial 192 del 10 de Octubre del año 2003
- Ley No. 594, Ley de Reforma y Adiciones a la Ley No. 443, Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos, La Gaceta, Diario Oficial No. 173 del 5 de Septiembre del año 2006.
- Ley No. 467, Ley de Promoción al Sub Sector Hidroeléctrico, y su reglamento mediante el Decreto No. 72-2003 publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 208

del 3 de Noviembre del año 2003 y sus reformas contenidas en la Ley No. 531, Ley de Reforma a la Ley No. 467, Ley de Promoción al Sub Sector Hidroeléctrico, La Gaceta, Diario Oficial No. 101 del 26 de Mayo del año 2005.

- Ley No. 554, Ley de Estabilidad Energética publicada en La Gaceta, Diario Oficial 224 del 18 de Noviembre del año 2005, y sus reformas sucesivas contenidas en la Ley No. 600, Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 554 Ley de Estabilidad Energética, La Gaceta, Diario Oficial No. 199 del 13 de Octubre del año 2006.
- Ley No. 627, Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 554 Ley de Estabilidad Energética, La Gaceta, Diario Oficial No. 132 del 12 de Julio del año 2007.
- Ley No. 644, Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 554 Ley de Estabilidad Energética, La Gaceta, Diario Oficial No. 22 del 31 de enero del 2008.
-

También son importantes las leyes ambientales sectoriales como:

- Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 105 del 6 de Junio del año 1996 y sus reformas.
- Decreto No. 14-99, sobre el Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 42 y 43 del 2 y 3 de Marzo del año 1999.
- Decreto No. 76-2006, Sistema de Evaluación Ambiental, publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 248 del 22 de Diciembre del año 2006.
- Reforma al Decreto No. 01-2007 Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 63 del 29 de marzo del año 2007.

Este marco legal ha tenido otras reformas con el objetivo de buscar una mayor sinergia entre el sector público y privado para facilitar el desarrollo de energías renovables, en La Gaceta, Diario Oficial No. 102 del 3 de junio de 2009, se publicó el Decreto No. 34-2009 de Reforma al Decreto No. 42-98, “Reglamento de la Ley No. 272, ley de la Industria Eléctrica”.

Las reformas se hicieron para eliminar obstáculos administrativos y facilitar el financiamiento internacional al permitir, el otorgamiento como garantía de derechos y obligaciones contemplados en concesiones y licencias, realizado por sujetos privados a favor de acreedores. Lo que facilita la concesión de financiamiento de proyectos por la banca internacional. Esta transferencia de derechos sobre el proyecto financiado a terceros constituye un acto de derecho privado, el cual está permitido por nuestra Constitución y nuestras leyes.

El 31 de marzo de 2009, se aprobó la Ley No. 682, “Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 272, Ley de la Industria Eléctrica y la Ley No.554, Ley de Estabilidad Energética”.

Energía solar fotovoltaica: Los autores Labournet y Villos, en el libro Energía solar fotovoltaica, definen el concepto de energía fotovoltaica de la siguiente manera:

“La energía solar fotovoltaica convierte de forma directa los rayos luminosos del sol (o de otra fuente) en electricidad. Para ello, utiliza módulos fotovoltaicos compuesto de células solares o de fotopilas que realizan esta transformación energética”. (Labournet y Villos: 2010: 13)

Según la cita anterior la energía solar se basa en el aprovechamiento de los rayos fotoeléctricos que brinda el sol, los cuales a través de los paneles solares se convierten en energía eléctrica. “El efecto fotovoltaico es la base del proceso mediante el cual una célula fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad” (Fernandez, 2010).

Este consiste en la captación de fotones, partículas de luz, cuya energía depende de una longitud y frecuencia de onda. El fotón absorbido por las celdas del panel, las cuales se encuentran por ambos lados conectadas por un cable eléctrico, libera un electrón que produce corriente eléctrica, esto se explica mejor con la siguiente cita:

“La parte que juega un papel más importante dentro de la célula solar es la capa de semiconductores, ya que es en ella en donde se crea la corriente de electrones. Cuando la luz solar incide en la célula se liberan electrones que podrán ser atrapados por el campo eléctrico, formando una corriente eléctrica. Esta es la razón por la que las células fotovoltaicas se fabrican a partir de este tipo de materiales, es decir, materiales que actúan como aislantes a bajas temperatura y como conductores cuando se aumenta la energía incidente sobre ellos” (Fernández: 2010 : 274)

Tal como se describe en la cita anterior es importante el uso de un adecuado material para la fabricación de las células fotovoltaicas, ya que va a depender de ello la cantidad de energía que se pueda captar.

A partir de esto, las celdas solares producen una tensión de aproximadamente de 0.5 – 0.7 V y con una densidad que depende de la radiación solar, así como del espectro solar. La energía captada genera electricidad en corriente continua, la cual mediante un inversor es transformada en corriente alterna para que de esta forma no afecte la calidad de la fuente de alimentación. Esto se realiza con la finalidad de que la corriente suministrada pueda servir para que funcionen los electrodomésticos que utilizan corriente alterna⁷.

El Efecto Fotovoltaico: El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición

⁷Cfr. Del sol y Cabrera 2010:23

normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico.

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como autónomos o conectados a la red eléctrica, o según el tipo de aplicación como:

- Electrificación rural (lugares de difícil emplazamiento y acceso, viviendas de uso temporal, refugios de montaña).
- Electrificación urbana (alumbrado de vías urbanas y de edificios públicos como museos o colegios).
- Electrificación doméstica (todo uso eléctrico en viviendas unifamiliares, comunidades y cooperativas).
- Telecomunicaciones terrestres (telefonía terrestre y móvil, comunicación para navegación aérea y marítima, repetidores y reemisores de radio y televisión, radioteléfonos...).
- Telecomunicaciones espaciales (los paneles solares de los satélites les dan una autonomía indefinida).
- Seguridad y señalización (dispositivos de alarma, señalización, faros, pasos de trenes, aeropuertos, autopistas...).

En definitiva, nos encontramos ante una fuente de energía, que además de renovable se nos presenta como una clara apuesta de futuro de cara al planteamiento energético de los próximos años. <http://solarfotovoltaica.galeon.com/ARCHIVOS/efecto.htm>

1.6. Sistema de Marco Lógico

1.6.1 Análisis de los involucrados

Tabla 10. Involucrados del proyecto

Grupos	Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
Líderes comunales	Crear estrategias para combatir y reducir la pobreza en la comunidad. Mejorar la seguridad ciudadana en horas de la noche. Mejorar el desempeño de los estudiantes al tener más horas de estudio durante la noche. Mejorar los ingresos económicos de la comunidad.	No cuentan con el apoyo con la distribuidora de energía eléctrica. Muchos pobladores emigran o buscan trabajos muy lejos de la comunidad. En horas de la noche se evitan realizar actividades fuera de casa, debido a la poca seguridad por no contar alumbrado público.	Se organización y coordinan actividades en pro a los pobladores. Cuentan con el apoyo de la alcaldía municipal
Comunidad	Mejorar el nivel de vida de la comunidad. Reducir las migraciones a otras zonas del país para la búsqueda de mejores oportunidades	Demasiada pobreza en la zona. Las actividades en el hogar se limitan durante la noche por no contar con energía eléctrica. Limitado desarrollo debido a la carencia de energía eléctrica.	Exigen priorizarlos para contar con energía eléctrica y crear nuevas oportunidades económicas entre los pobladores.
Alcaldía Municipal	El gobierno brinda el apoyo necesario a las comunidades para mejorar su nivel de vida.	Se percibe una elevada pobreza, en parte debido al poco empleo, carencia del fluido eléctrico, agua potable entre otras. Lo que ocasiona una reducción en la recaudación de impuesto.	Se apoya en la constitución política y del gobierno central para encontrar soluciones viables en pro a la comunidad.

1.6.2. Definición de la situación

La comunidad de Santa Rita del municipio de Niquinohomo, presenta problemas de abastecimiento de agua, pocas conexiones eléctricas domiciliarias, falta de comunicaciones, no hay líneas de teléfono convencional y la señal de telefonía celular sin cobertura en zonas de la comunidad y los caminos son de tierra; hay una distancia de 10 km de la viviendas a la red domiciliar. Todo esto repercute en los índices de la calidad de vida y poco desarrollo de esta comunidad.

En la actualidad, 50 viviendas de la comunidad no cuentan con tendido eléctrico, lo que impide el desarrollo socio económico de la población, la lejanía y el aislamiento de las viviendas, son las principales características de estas comunidades. Además, la mayoría de los habitantes viven en una elevada pobreza.

1.6.3. Análisis de la situación

1.6.3.1. Causas

A continuación, se presentan las causas que generan bajos ingresos en la comunidad:



Ilustración 9. Causas que generan bajos ingresos en la comunidad

1.6.3.2. Efectos

Los efectos que generan los bajos ingresos en la comunidad:

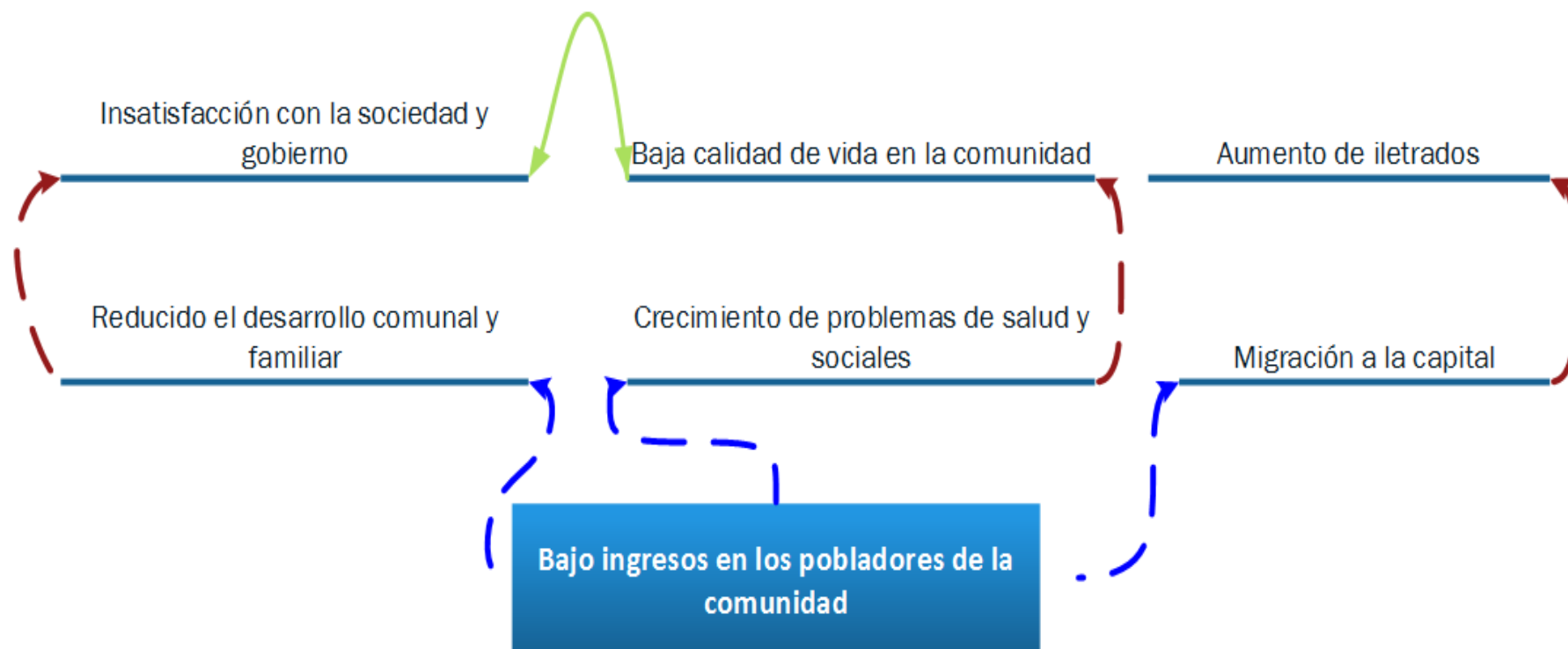


Ilustración 10. Efectos que generan bajos ingresos en la comunidad

1.6.4. Árbol del problema

El árbol de problema para la comunidad, es el siguiente:

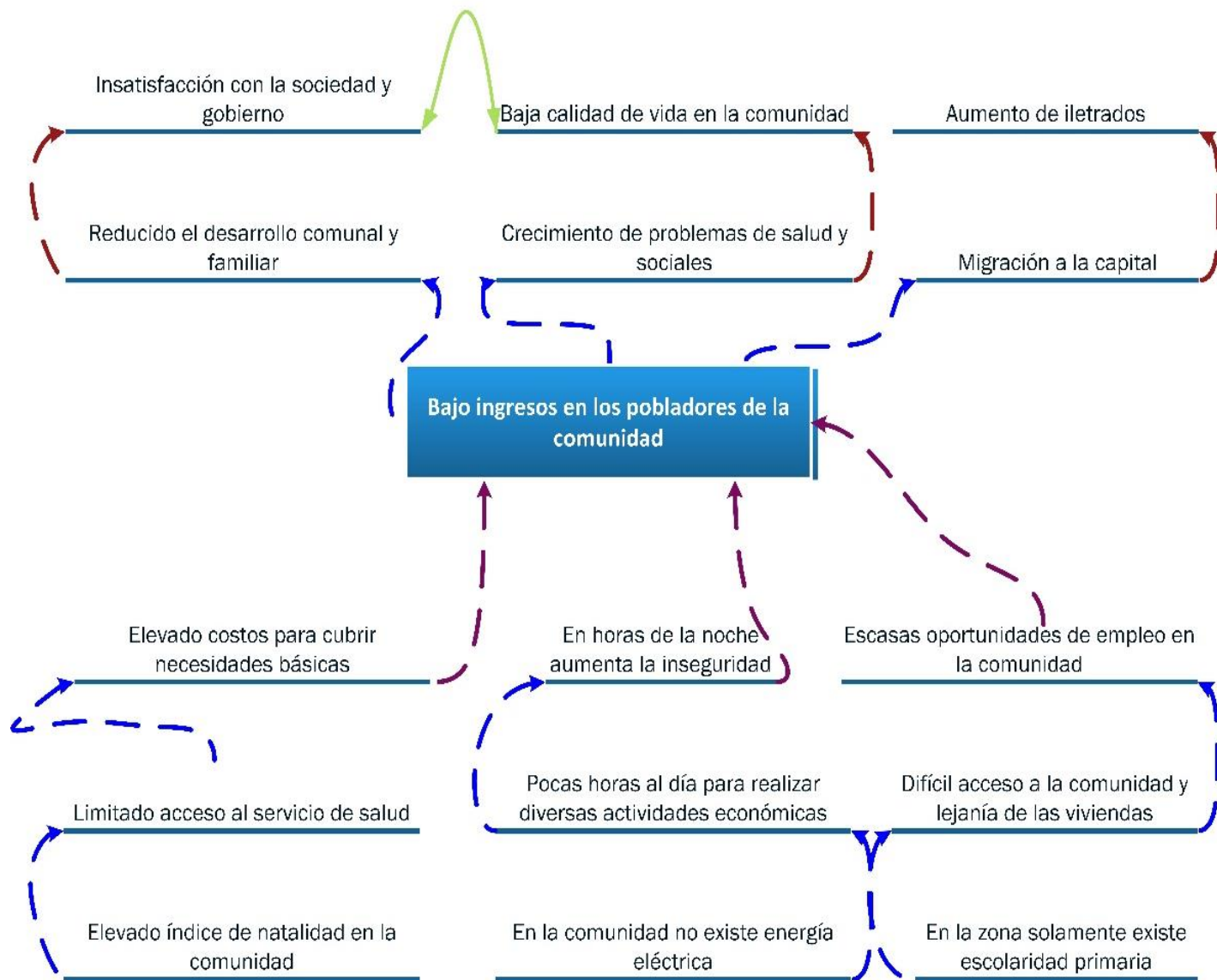


Ilustración 11. Árbol de problema para la comunidad

1.6.5. Árbol de objetivos

El árbol de objetivos de la comunidad, es el siguiente:

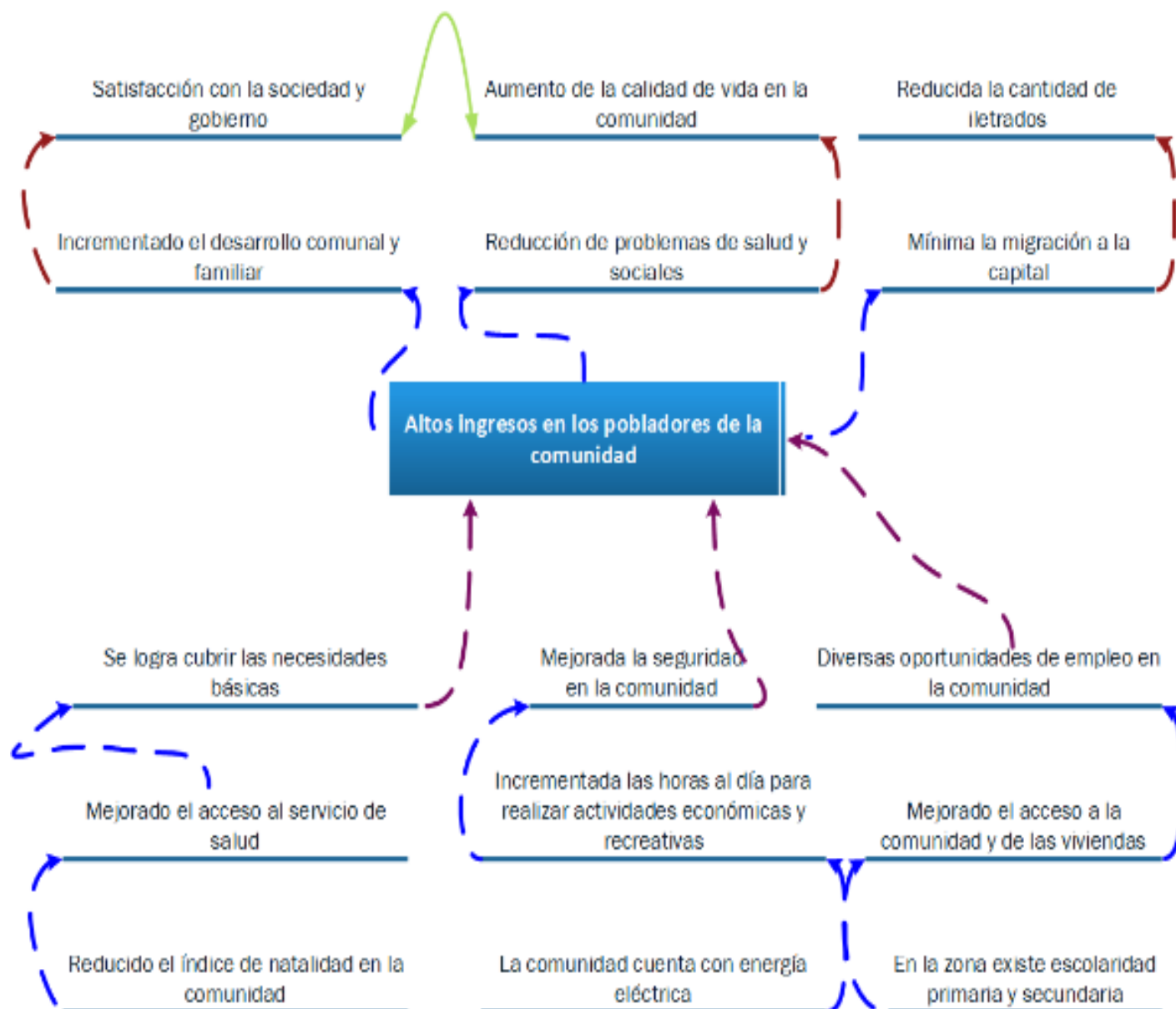


Ilustración 12. Árbol de objetivos en la comunidad

1.6.6. Propuesta de solución

Basados en el análisis de la situación actual en la comunidad, se han determinado las siguientes alternativas para mejorar su condición actual:

- a) Instalar una central fotovoltaica comunal para la carga de baterías para abastecer de energía a las viviendas.
- b) Brindar capacitaciones en temas de emprendimiento a los jóvenes de la comunidad.
- c) Crear un colegio de secundaria en la comunidad.
- d) Mejoramiento y construcción de caminos en la comunidad.

Considerando la opinión de los pobladores y líderes de la comunidad, el presente trabajo será enfocado en la primera alternativa.

1.6.7. Matriz de marco lógico

A continuación, se presenta la matriz de marco lógico del presente estudio:

Tabla 11. Matriz de marco lógico del estudio

Nivel	Resumen narrativo	Indicador	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Incrementada la calidad de vida de los pobladores de la comunidad Santa Rita.	Disminución del 10% prevalencia de enfermedades respiratorias por uso de candil de diésel que utilizan para iluminación	Centro de salud de la comunidad	Los pobladores aprovechan adecuadamente el uso de la energía eléctrica
Propósito	Instalada una central fotovoltaica para suministrar el consumo básico de energía eléctrica de las viviendas de la comunidad Santa Rita.	El 100% de las viviendas beneficiadas cuentan con energía eléctrica, mediante baterías.	Registro de la alcaldía municipal	Los pobladores manipulan y cuidan debidamente las baterías
Componentes	C.1. Infraestructura de la central fotovoltaica comunal para la carga de baterías en las viviendas ejecutada e implementada	La central fotovoltaica cubre, al menos, 85% de la demanda de energía de las viviendas	Registro de mantenimiento y uso de la central	Existe una buena gerencia en el uso de la central fotovoltaica

Nivel	Resumen narrativo	Indicador	Medios de verificación	Supuestos
	C.2. Capacitados los pobladores en el uso, mantenimiento de la central fotovoltaica y temas de administración comunal	El 80% de los pobladores de la comunidad han sido capacitados.	Registro de las actividades comunales.	Los pobladores participan activamente en las capacitaciones
Actividades	A.1.1. Realizar un estudio de pre-factibilidad para la instalación de la central fotovoltaica en la comunidad.	El estudio de factibilidad arrojará información suficiente para determinar si el proyecto es factible o no.	Documento de factibilidad	Las licitaciones de las obras se realizan según los planes de ejecución del proyecto
	A.1.2. Realizar las obras de construcción		Proformas, informes financieros de avance del proyecto	
	A.1.3. Pruebas y puestas en marcha de la central fotovoltaica comunal	Iniciado el proyecto, se han realizado dos pruebas de funcionamiento de la central fotovoltaica.	Informes financieros de avance del proyecto	La instalación de los equipos de la central fotovoltaica, se encuentran de acuerdo al plan de ejecución del proyecto

Nivel	Resumen narrativo	Indicador	Medios de verificación	Supuestos
	A.2.1. Diseñar e imprimir los materiales didácticos de cada capacitación	Se cuenta con el 100% de los materiales didácticos para las capacitaciones.	Informes financieros de avance del proyecto	Los pobladores participan activamente en las capacitaciones
	A.2.2. Talleres sobre uso y mantenimiento de la central fotovoltaica, y administración comunal	El 80% de los pobladores y líderes de la comunidad han sido capacitados. Formado el comité de mantenimiento de la central	Informes financieros de avance del proyecto	
	A.2.3. Instalaciones eléctricas en las viviendas	100% de las viviendas cuentan con instalaciones eléctricas para la conexión de las baterías		Los pobladores permiten realizar las instalaciones eléctricas

1.7. Justificación

La comunidad de Santa Rita, posee serios problemas sociales y económicos que afectan a su población. Dentro de los principales está el desabastecimiento de alimentos y prevalencia de enfermedades, debido a la falta de agua, el difícil acceso y lejanía de la comunidad. Esta problemática es agravada por la carencia del suministro eléctrico que genera otras dificultades económicas y sociales.

Actualmente 50 viviendas de la comunidad Santa Rita, hacen uso de energía no renovable, como candelas, diésel y kerosene para la iluminación de candiles, el que tienen que comprar y el costo medio familiar mensual se estima en C\$ 162.80 (USD 5.52).

Estas familias tienen un promedio de 4-6 personas en el núcleo familiar, de las cuales el 31% es menor de 15 años; el 47% menor de 39 años y el 22% de 40 años o más. El 50% de los hombres quienes son el sustento de la familia, se dedica a la agricultura (granos básicos, frutales y flores), 30% a la artesanía y el resto trabajan en zonas francas, como obreros de la construcción u otras actividades fuera de la localidad.

Una familia típica de la comunidad Santa Rita, necesita luz en horas de la noche y por la madrugada, para realizar trabajo en casa, como preparar la cosecha de fruta que será comercializada en el mercado. Se presume que las familias que se dedican a la artesanía emplearían este tiempo a la elaboración de productos artesanales. Adicional a esto, al contar con energía, las familias podrían emprender alguna idea de negocios al contar con energía básica en horas de la noche, por ejemplo, una fritanga.

La implementación de la energía permitirá mejorar de forma significativa la calidad de vida de la comunidad de Santa Rita, los pobladores ya no utilizarían candiles de kerosene que repercuten en enfermedades respiratorias y los estudiantes de primaria podrían mejorar su nivel académico al contar sus viviendas con iluminación en horas de la noche.

Las viviendas beneficiadas están ubicadas a 10 km de la conexión de la red de distribución, cabe destacar que las viviendas están alejadas entre sí. Se investigó y no hay proyecto en los próximos 10 años para ampliar la red de distribución a la zona. Cabe destacar que la implementación de energía renovable está alineada con los planes del gobierno actual de Nicaragua.

De esta forma, el estudio de pre-factibilidad propuesto, busca presentar un proyecto que integre una alternativa de solución para el suministro eléctrico de 50 familias de la comunidad Santa Rita, mediante energía renovable, ambientalmente sostenible, a través de la energía solar fotovoltaica.

El proyecto una vez implementado, contribuirá con la reducción de emisiones de CO₂ y reducción del consumo de leña (mejorando la capacidad de secuestro de CO₂), impactando positivamente en el medio ambiente local.

2. ESTUDIO DE MERCADO

Este estudio persigue determinar la prefactibilidad de proporcionar energía eléctrica a la comunidad de Santa Rita ubicada en Municipio de Niquinohomo, Masaya, a través de un sistema fotovoltaico.

El sistema fotovoltaico está compuesto por paneles solares, baterías (almacenan energía), regulador de carga e inversor. El panel solar está compuesto por celdas solares que son de silicio (un semiconductor que se excita fácilmente con la radiación solar). Cuando la celda recibe los rayos solares, se energizan y producen corriente eléctrica continua. Cada panel contiene en promedio 36 celdas. Después de esto pasan a un banco de baterías y derivadas al inversor donde se transforman en corriente alterna, la misma que es elevada a un nivel de utilización. La cantidad de paneles y baterías que se necesitaran para este proyecto, parte de la demanda energética o consumo para las 50 viviendas.

Uno de los beneficios que puede brindar el uso de paneles solares en el hogar, es que el sol es una fuente de energía renovable e inagotable por lo que no hay un costo para el aprovechamiento de su energía y, por lo tanto, desde el momento en que se instala un sistema de celdas, no se pagara tarifa por la electricidad que genera o bien que utiliza el sistema fotovoltaico.

La disponibilidad de la energía producida por el sistema fotovoltaico estará en dependencia de:

- a. El uso racional de energía solar fotovoltaica y del comportamiento de la familia hacia otras formas de uso de energías (candelas, candiles).
- b. La estación climática (en el departamento de Masaya, en verano, hay 5.28 horas plenas de sol y en invierno, 4.2 horas)
- c. El mantenimiento del equipo solar fotovoltaico.

2.1. Caracterización de la demanda donde se desarrollará el proyecto

Santa Rita es una comunidad rural del municipio de Niquinohomo, donde se observa pobreza y escasez de servicios básicos. La red eléctrica comercial actual no llega a todas las viviendas de la comunidad. Actualmente, 50 viviendas se encuentran aisladas del área que abastece el sistema eléctrico convencional, las cual no cuentan con energía eléctrica (10 km). Como resultado, esta población depende principalmente de fuentes de energías alternativas y costosas, tales como candelas, candiles y lámparas de baterías para la iluminación en horas nocturnas.

2.1.1. Análisis de la demanda sin proyecto

Para conocer la situación actual de la población se utilizaron fuentes primarias como son las encuestas y entrevistas, y fuentes secundarias de información como son las bases de datos consultadas vía internet como informes, libros, éstos se detallan:

- Estadísticas del Subsector Eléctrico de Nicaragua, 2010, de CEPAL
- Propuesta de Reformas al Marco legal y Regulatorio de las Fuentes Renovables de Energía en Nicaragua, 2012, Renovables.
- Informe Diagnóstico Marco Legal Renovables Nicaragua 2012.
- El mercado de Energías Renovables en Nicaragua, Fabian Jochem Programa MASRENACE, Junio de 2005
- Labournet y Villos, Libro Energía solar fotovoltaica.
- Pedro Fernández, Libro de Ingeniería Energética.
- Reporte de Nicaragua entre los líderes en América Latina y el Caribe con programas de energía renovable de noticias Nicaragua Avanza.
- Artículo ENATREL <http://goo.gl/QVDP9X>
- Estadísticas de INIDE.
- Metodología de Preinversión para Proyectos de Energía, Dirección General de Inversiones Públicas (SNIP).

Se realizaron 50 encuestas dirigidas al padre o madre de familia de cada vivienda que será beneficiada por el proyecto en estudio (Véase Anexo 3. Encuesta dirigida a pobladores de la comunidad). Las encuestas consistieron en la recolección y posterior análisis de información primaria sobre ingresos familiares, habitantes por viviendas, tipos y el costo de sustituto de energía (Véase Anexo 6. Resultados y Conclusiones de la Encuesta).

Otra herramienta utilizada para el levantamiento de información ha sido la entrevista con preguntas preestablecidas a cuatro líderes de la comunidad y a un funcionario de la Alcaldía (Véase Anexo 4. Entrevista a Líderes de la Comunidad y Anexo 5. Entrevista a Funcionario de la Alcaldía). También, se realizó observación directa de las condiciones de las viviendas y la revisión donde se instalarán los paneles solares.

Las herramientas han sido preparadas de manera que permitan evaluar una serie de indicadores establecidos previamente y comprender en profundidad las causas y factores que han contribuido a los resultados observados.

Dentro de las principales actividades económicas de los involucrados se puede mencionar: la agricultura, la artesanía y mueblería, moto taxis y operarios de zonas francas aledañas. La mayoría de las madres se dedican a los trabajos domésticos y al cuidado de los niños.

Entre los principales cultivos que se producen se encuentran los granos básicos: plátanos, tomate, cítricos, y se destacan las plantas ornamentales y florales. El promedio de ingresos de la familia es de USD 33.90 (C\$ 1,000.00) a USD 67.90 (C\$ 2,000.00) mensuales. Y el 56% de estas familias está conformada de 4 a 6 personas.

Se identificó que el crecimiento poblacional es de 3.89% anual, según censo 2005. La comunidad de Santa Rita tiene una población de 700 habitantes, 90 viviendas y su incidencia de pobreza extrema es de 36.8. Según información del INIDE, 25 viviendas son clasificadas con extrema pobreza.

En Santa Rita solo hay una escuela preescolar y primaria, con niños de 3 a 14 años, para un total de 83 niños que asisten a la escuela. Los pocos que logran estudiar la secundaria deben viajar durante unos 20 minutos hasta el municipio de Niquinohomo.

En la localidad el agua potable se interrumpe constantemente, la tubería subterránea empleada para la distribución del vital líquido es bastante obsoleta, por lo que no soporta la presión y con mucha frecuencia se rompe.

El servicio de energía eléctrica domiciliar es administrado por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). Según información de la Alcaldía de Niquinohomo, la comunidad cuenta con 40 conexiones domiciliarias por tendido eléctrico de forma legalizada.

Este estudio está dirigido a las 50 viviendas que no tienen conexión eléctrica, y están aisladas de la red eléctrica domiciliar. Estas familias viven en pobreza, las viviendas están construidas de tablas de madera con láminas de zinc. Según información de los habitantes que cuentan con conexiones a la red de energía eléctrica, el monto de la factura de este servicio oscila entre USD 5.08 (C\$ 150.00) a USD 6.80 (C\$ 250.00) mensuales.

El 68% de las familias utilizan candelas para iluminarse, el 20% usan candiles con diesel y el 12% luminarias con baterías; incurriendo en un gasto mensual promedio por familia de USD 5.52 (C\$ 162.80).

El 72% de la población encuestada conoce sobre paneles solares, su uso y el impacto positivo con el medio ambiente. Anteriormente, 20 familias de esta comunidad fueron beneficiadas por un proyecto de paneles solares para cargar baterías de celulares.

2.1.2. Cálculos de la demanda del servicio sin proyecto

En la situación sin proyecto se determinó el consumo kwh de los sustitutos para las 50 viviendas que no tienen energía eléctrica. Este dato se obtiene del factor de conversión, por el total de cantidad de sustitutos consumos al mes, por las 50 viviendas. El Precio Unitario es el precio de compra del sustituto.

Tabla 12. Cálculo del consumo de sustitutos para 50 viviendas

Sustituto de energía	UM	Factor de conversión *	Cantidades Mes	Consumo equivalente KWH/Mes	Precio Unitario U\$	Gasto Mensual U\$
Keroseno	litros	0.875	100	87.50	0.85	84.75
Diesel	Litros	0.875	100	87.50	0.88	88.14
Pilas	Unidades	0.056	48	2.69	1.02	48.81
Candelas de cebo	Unidades	0.045	800	36.00	0.07	54.24
Total				213.69		275.93

* Factor de conversión, obtenida de la Metodología General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, publicada por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Nicaragua.

Precio implícito	1.29	US\$/Kwh
Cantidad consumida	213.69	KWh/mes por 50 vivienda
	4.27	KWh/mes por vivienda

2.1.3. Proyección de la demanda con proyecto

Este estudio está dirigido a evaluar la prefactibilidad de un proyecto en una comunidad rural que permita mejorar su condición de vida. La determinación de los equipos eléctricos se hizo en base a las necesidades básicas de una vivienda rural, como es la iluminación (3 bujías ahorrativas) y celulares (2). En términos generales el proyecto

consiste en sustituir el abastecimiento de energía de los sustitutos que se utilizan en la situación sin proyecto por energía solar a través de paneles fotovoltaicos.

Se considera solo la iluminación y carga de celulares porque los beneficiarios viven en extrema pobreza y no poseen los recursos para comprar electrodomésticos, además que la tecnología solar es costosa y permite soluciones básicas.

La potencia total demandada por el sistema se obtuvo del consumo eléctrico diario aproximado por la estimación de las horas de uso promedio de cada uno de los aparatos y así conocemos cuales son las necesidades energéticas diarias.

Tabla 13. Cálculo de demanda proyectada por consumo de energía eléctrica para 50 viviendas de la comunidad Santa Rita

Aparatos Electrónicos	Cantidad total de equipos	Potencia promedio (w)	Potencia Total (W)	Demanda Total Estimada (KW)	Horas Diarias de uso	Consumo diario promedio (kwh/día)	Consumo equivalente KWH/Mes
Celular	100	2	200	0.2	1	0.2	6.00
Bujías	150	15	2250	2.25	4	9	270.00
Total			2450	2.45		9.2	276.00

*Fuente: Ley 661 Ley para la distribución y uso responsable del servicio público de energía eléctrica. Tabla de capacidades de consumo de equipos eléctricos.

Las viviendas beneficiarias demandarían 9.2 kWh/diario de energía. Si los habitantes tienen más necesidades de otros equipos eléctricos, el financiamiento por la expansión de paneles y baterías serán asumidos por ellos o solicitados en otro proyecto.

El dimensionado del sistema solar fotovoltaico para la electrificación de la comunidad Santa Rita, se realizó en base al censo de carga con una demanda básica de energía siendo esta de 276 KWH/Mes por las 50 viviendas.

2.2. Análisis de la oferta

En el país, solamente existe una empresa distribuidora de energía eléctrica, siendo está DISNORTE-DISSUR, la cual se encarga de la comercialización hacia los diferentes clientes nacionales (pobladores, empresas, etc.). Sin embargo, no tienen la capacidad, tanto financiera como técnica, para garantizar un 100% de energía en todo el país. Aunque en la actualidad, el 90% de los hogares en Nicaragua, cuentan con energía domiciliar⁸, aún queda la tarea llevarla a las zonas rurales aisladas.

Un dato importante, es el cambio de la matriz energética que se ha experimentado en nuestro país, presentando un 58% de generación de energía proveniente de fuentes renovables y un 42% a base de petróleo.

Es importante mencionar que en el Plan de Buen Gobierno 2016, se propuso instalar 1,500 paneles solares, de los cuales 1,100 corresponden a viviendas y 400 a escuelas de la Costa Caribe norte y sur. Por lo cual el presente estudio se encuentra alineado a la lógica del gobierno de Nicaragua⁹.

En el caso de Santa Rita, la única forma de llegar es a través de una intrincada red de estrechos caminos abiertos entre la vegetación, y en invierno se vuelve intransitable. La red de electricidad actual suministra energía a 40 viviendas que están más cercanas a la entrada de la comunidad. Aun no hay proyecto para la ampliación de la red, ya que actualmente, ésta también suministra energía a Niquinohomo y otras comunidades, razón por la cual se sobrecarga y la inversión de la ampliación resulta costosa.

2.2.1. Cálculo de la demanda potencial insatisfecha

Al no existir oferta de energía eléctrica en la comunidad (y la empresa distribuidora no tiene planes de inversión electrificar la comunidad), la oferta son los sustitutos que

⁸ Datos octubre 2016, Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) <https://is.gd/drK8KM>

⁹ Enatrel <https://is.gd/HQskrK>

compran los habitantes; lo cual les significa un gasto mensual por vivienda de US\$ 5.5 al mes, equivalentes a un consumo promedio mensual es de 4.27 KW por vivienda.

En la situación con proyecto se ha estimado que la demanda de energía eléctrica es del 5.52 kW/mes por vivienda, por lo que la central fotovoltaica se dimensionará para una generación de energía diaria de 9.2 kW para las 50 viviendas. Básicamente, el proyecto permitirá sustituir todo el consumo de energía con elementos energéticos alternativos (candelas, Kerosene, diésel y baterías) por energía renovable solar.

2.3. Análisis de precios

En Nicaragua, el costo del consumo de energía lo regula el Instituto Nicaragüense de Energía (INE), el cual cada mes establece un pliego tarifario ¹⁰ a la empresa distribuidora DISNORTE DISSUR. Para el caso de las viviendas domiciliar, para el mes de octubre 2016, se tiene el siguiente costo:

Tabla 14. Costo de energía para viviendas

Tipo de tarifa	Aplicación	Tarifa		Cargo por	
		Código	Descripción	Energía (C\$/kWh)	Potencia (C\$/kW)
Residencial	Exclusivo para casas de habitación urbanas y rurales	T-O	Primeros 25 kWh	2.3857	---
			Siguientes 25 kWh	5.1396	
			Siguientes 50 kWh	5.3829	
			Siguientes 50 kWh	7.1141	
			Siguientes 350 kWh	6.090	
			Siguientes 500 kWh	10.6560	
			Adicionales a 1000 kWh	12.1409	

Se observa que mientras el consumo de energía va en aumento, de igual manera aumenta el costo por kWh consumido. En el estudio técnico y económico, se determinará el costo social que sería recomendado que los pobladores de la

¹⁰ Pliegos tarifarios INE <https://is.gd/4RNLTR>

comunidad deban pagar para costear el mantenimiento y reemplazo de los equipos con vida útil vencida mientras dure el proyecto.

2.4. Estudio de comercialización

El proyecto se basa en construir una central fotovoltaica comunal para la carga de baterías, el cual consiste que cada vivienda cuente con una o dos baterías (de uso para paneles fotovoltaicos) para cubrir las necesidades básicas de energía eléctrica.

Cuando la carga de la batería se haya agotado, cada poblador se trasladará al centro fotovoltaico para recargar la batería, las veces que sea necesario. Dicho centro será administrado por los líderes de la comunidad, los cuales deberán de garantizar su buen uso y mantenimiento. Se espera que cada poblador realice un pago para cubrir los costos de operación (cuido del sistema y supervisión de su buen uso) y mantenimiento (limpieza de los paneles fotovoltaico, cuando sea necesario) del centro fotovoltaico. Este pago por familia mes se estima en US\$ 0.3, el gasto promedio actual por familia al adquirir los productos sustitutos es de U\$ 5.5 lo que significa un ahorro de gastos por familia de US\$ 5.2, como se detalla en el estudio económico.

Los líderes han recomendado ubicar dicho centro en el colegio de primaria de la comunidad, ya que es un local de referencia y de fácil acceso para los pobladores.

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Determinación de la capacidad instalada del sistema.

El dimensionado del sistema fotovoltaico para la carga de baterías en la comunidad se realizó en base al censo de carga de la demanda de energía proyectada.

Se tienen los siguientes datos:

- Consumo proyecto: 9.2 kWh/día
- Consumo cubierto por el proyecto (60%): 5.52 kWh/día
- Consumo promedio por vivienda: 184 Wh/día

Datos de radiación solar en la comunidad¹¹:

- Radiación anual (Wh/m²): 5.28
- Radiación promedio diaria (Wh/m²): 3.88 (septiembre) a 6.9 (marzo)
- Factor de sobredimensionamiento (controlador): 25%

Cálculos de diseño¹²:

Tabla 15. Características del diseño del sistema

Descripción	UM	Cantidad
Voltaje del sistema en corriente directa CD	Voltaje V	24
Días de autonomía	Días	2
Baterías designadas	Amperaje Ah	100
	Voltaje V	12
	Eficiencia de las baterías (%)	80
Profundidad de descarga de las baterías (%)		50%
Módulo FV	Potencia (w)	300

¹¹ Swera <https://is.gd/1uJ9UY>

¹² Datos todos de las fichas técnicas de los componentes del sistema, ver anexos.

	Voltaje nominal (V)	24
	Corriente pico (A)	8.18
	Corriente de cortocircuito (A)	8.71
	UM	Cantidad
Descripción	UM	Cantidad
Regulador	Voltaje nominal (V)	24
	Capacidad de paso de corriente máxima (A)	200
Inversor	Eficiencia (%)	91
	Potencia continua de salida (W)	250
	Voltaje o tensión nominal (V)	12
	Capacidad de sobre corriente (A CA)	95

Cantidad de módulos fotovoltaicos¹³:

Carga CA promedio diaria (wh/d)	/	Eficiencia del inversor	+	Carga CD promedio diaria (wh/d)	/	Voltaje CD del sistema (V)	=	Promedio diario (Ah)
5520		0.91		5520		24		482.75

La central tendrá un amperaje por hora de 482.75

Promedio diario (Ah)	x	Días de autonomía (d)	/	Límite de descarga	/	Capacidad Ah de la batería	=	Baterías en paralelo
482.72		2		0.5		100		19

Para dicho amperaje, se requieren 19 baterías en paralelo.

Voltaje CD del sistema (V)	/	Voltaje de las baterías (V)	=	Baterías en serie	x	Baterías en paralelo	=	Total baterías
24		12		2		19		38

Para lograr el voltaje del sistema, se necesita colocar las 19 baterías en paralelo y conectadas en serie, para un total de 38 baterías

¹³Fotovoltaica: Manual de diseño e instalación, 2 ed. 2015.

Ah/d promedio	/	Eficiencia de la batería	/	Horas sol pico/d	=	Corriente pico del arreglo (A)
482.75		0.8		5.28		114.29

Para obtener los 482.75 Ah/día, se requieren que los módulos tengan una corriente de 114.29 A.

Corriente pico de arreglo (A)	/	Corriente pico/módulo (A)	=	Módulos en paralelo		Corriente de corto circuito del módulo (A)
114.29		8.18		14		8.71

Para lograr los 114.29 de corriente, se deben de colocar 14 módulos en paralelo.

Voltaje CD del sistema (V)	/	Voltaje nominal del módulo (V)	=	Módulos en serie	X	Módulos en paralelo	=	Total módulos
24		24		1		14		14

En definitiva, la central contará con 14 módulos de 300 watts (cada módulo) conectados en serie.

De las tablas anteriores, se tienen:

- La central fotovoltaica de carga de batería tendrá un total de 14 módulos. Cada módulo será de 300 W.
- La capacidad de la central será de 38 baterías.
- El controlador será de 200 A, con 38 salidas.

POR VIVIENDA

El consumo proyectado de energía por vivienda es de 184 W/día, por lo que tendrá la siguiente cantidad de baterías:

Número de batería por vivienda = Días de autoconsumo*consumo proyectado/(Eficiencia batería * descarga batería * AH * V batería)= $2*184/(0.8*0.5*100*12)$ = **1 batería**

Controlador= Días de autoconsumo * consumo proyectado / (Eficiencia batería* descarga batería) / V batería = $2*184/(0.8*0.5)/12= 77$ A. Se tendrá un controlador de 100 A

Inversor= Consumo celular + consumo luminarias = 184 W/día. Se tendrá un inversor 200 W 12VDC entrada y 200VAC salida a 60 Hz.

CABLES

Cables panel al controlador

Amperaje= Corriente pico del arreglo/Voltaje sistema= $114.29/24= 4.76$ A. Se tendrá un cable 14 AWG de 2.081 mm² de sección transversal, 30 A de capacidad máxima. La distancia total (conexiones entre módulos) para la central será de 45 metros.

Cable del Controlador – Tablero (o panel) de las cargas

Amperaje=consumo proyectado/Voltaje batería= $184/12=17$ A. Se tendrá un cable 14 AWG de 2.08 mm² de sección transversal, 30 A de capacidad máxima. La distancia entre el controlador y el tablero en cada vivienda es de 1 metro.

Cable del Controlador – Baterías

Mismo que el anterior= 17 A. Se tendrá un cable 14 AWG de 2.08 mm² de sección transversal, 30 A de capacidad máxima, entre el controlador y baterías. La distancia es de 2 metros, en cada vivienda.

Cable del inversor a las cargas finales, por vivienda:

Tabla 16. Estructura de cableado en vivienda

Equipo	Distancia (m)	Calibre (AWG)
Celular	1	14
Bujías	30	14
Total (m)	31	

Tabla 9. Características de la Central Fotovoltaica

Equipo/material	Cantidad	Características
Módulos FTV	14	300 W
Baterías	100	12 V, 100 AH
Controlador del sistema	1	24 VDC, 100 A
Controlador viviendas	50	24 VDC, 30 A
Inversor	50	200W 12VDC entrada y 200VAC salida a 60 Hz
Cable mellizo	1,545	Cable 14 AWG de 2.08 mm ² de sección transversal, 30 A de capacidad máxima

3.2. Localización óptima del proyecto

3.2.1. Macro localización

El proyecto se ejecutará en la comarca Santa Rita del Municipio de Niquinohomo, departamento de Masaya. Donde existe una pobreza alta, según los datos del último censo poblacional (2005).

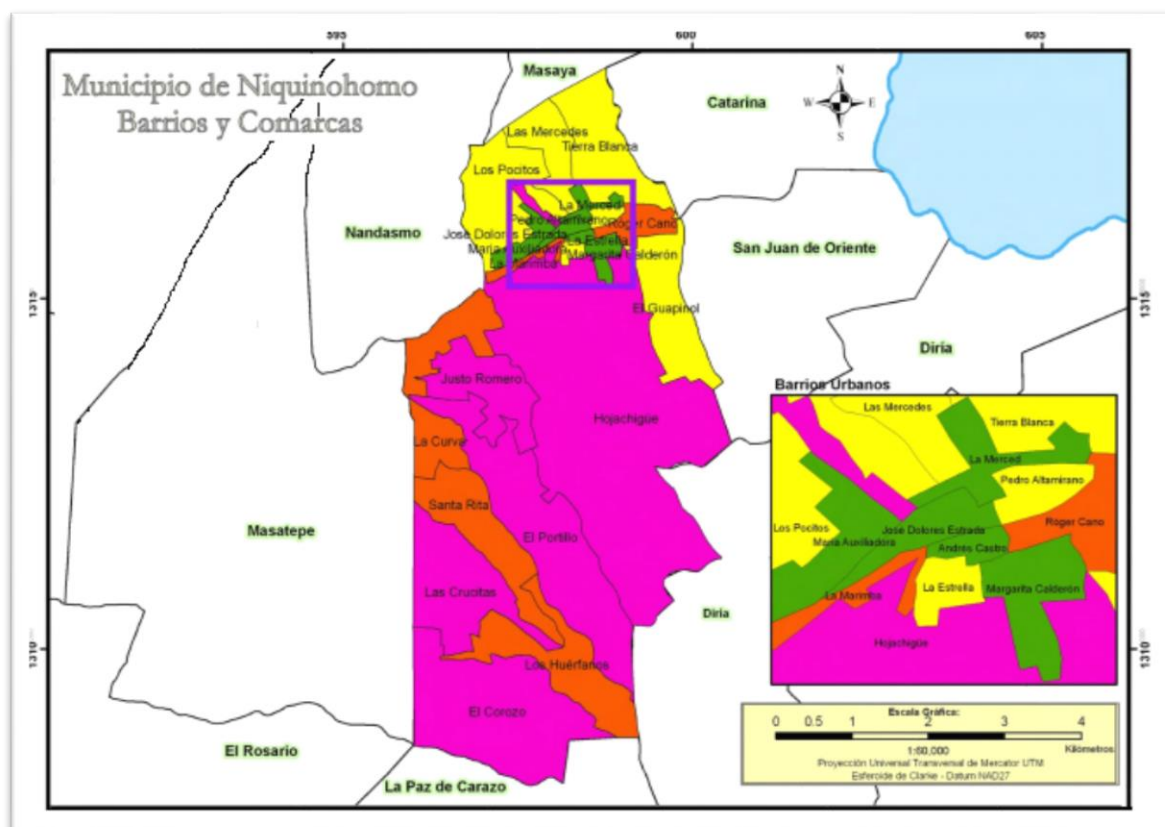


Ilustración 13. Macro localización del proyecto

3.2.2. Micro localización

La comunidad Santa Rita se ubicada de la entrada Olla de Barro, 4 kilómetros al Sur del municipio de Niquinohomo. El proyecto se localizará en la escuela Norman López Porras, contiguo al estadio de béisbol de la comunidad.



Ilustración 14. Ubicación del proyecto en la Escuela Norman López Porras

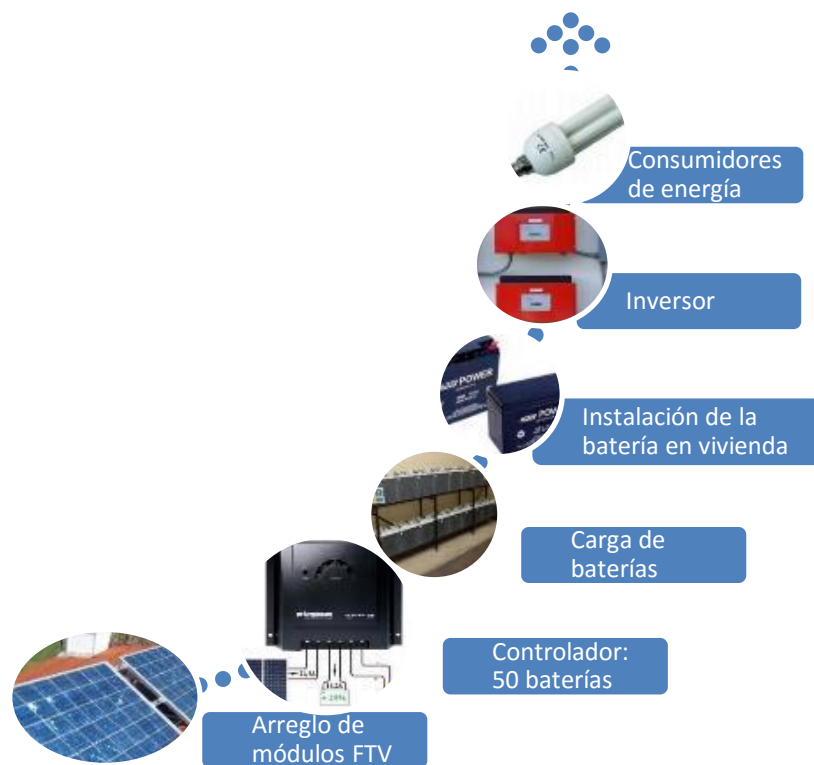
Los líderes de la comunidad desean instalar la central fotovoltaica en la escuela de la comunidad, ya que se encuentra céntrica y sirve de referencia entre los pobladores. Los módulos de la central se ubicarán en los techos de la cancha deportiva, mientras que la infraestructura de carga de baterías, se ubicará a un costado de la cancha deportiva.

3.3. Descripción de la operación de la central fotovoltaica

- a. **Generación de energía eléctrica:** Los módulos fotovoltaicos se ubicarán sobre el techado de la cancha deportiva de la escuela primaria de la comunidad. El sistema tendrá 14 módulos, lo cual generará 5.52 kWh/día de energía eléctrica. Esto representa el 60% del consumo de energía de la comunidad.

- b. **Centro de carga de baterías:** A un costado de la cancha deportiva, se construirá la infraestructura donde se cargarán las baterías. En ella se ubicará un controlador de carga para 38 baterías, es decir, podrá abastecer 38 viviendas de manera simultánea.
- c. **Distribución de energía eléctrica:** Cuando las baterías estén cargadas, su dueño las instalará en su vivienda y tendrá aproximadamente dos días de uso. Cuando la batería se haya descargado, nuevamente la llevará a la central de carga para su recarga, iniciando nuevamente el ciclo.

A continuación, se presenta el diagrama de proceso de la central fotovoltaica para la carga de baterías:



3.4. Selección del equipamiento

Basado en los cálculos del dimensionamiento de la central fotovoltaica para la carga de baterías, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 10. Equipamiento de la central fotovoltaica

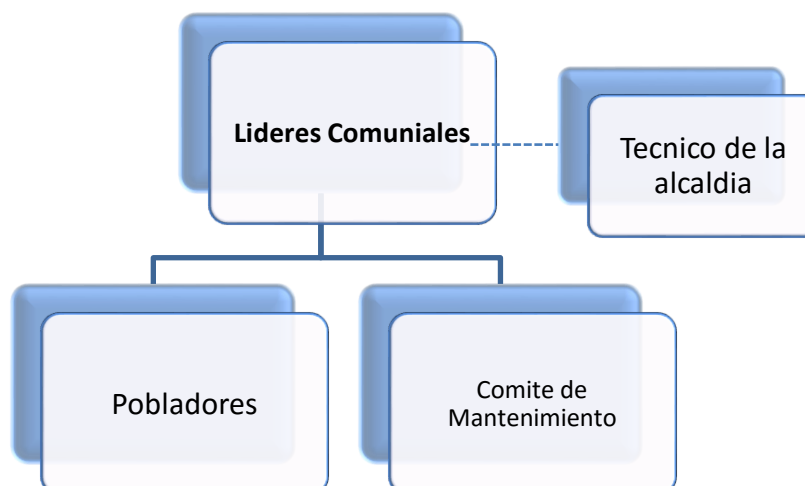
Equipo/material	Cantidad	Características
Módulos FTV	14	300 W
Controlador del sistema	1	24 VDC, 100 A
Cable mellizo	45	Cable 14 AWG de 2.08 mm ² de sección transversal, 30 A de capacidad máxima
Caseta para carga de baterías	1	12 metros cuadrados. Techada y embaldosada.

Tabla 11. Equipamiento en viviendas

Equipo/material	Cantidad	Características
Baterías	50	12 V, 100 AH
Inversor	50	200W 12VDC entrada y 200VAC salida a 60 Hz
Cable mellizo	1545	Cable 14 AWG de 2.08 mm ² de sección transversal, 30 A de capacidad máxima
Cajas eléctricas	50	Circuito 120 V. Dos breakers
Materiales varios para instalación eléctrica	--	Cinta adhesiva eléctrica, caja de herramientas, guantes dieléctricos, otros.

3.5. Organigrama de la operatividad del Proyecto

La central fotovoltaica será comunal, por lo que la organización para su administración y mantenimiento, es la siguiente:



Los líderes comunales: serán los encargados de tomar decisiones trascendentales sobre la administración, funcionamiento y expansión de la central fotovoltaica de carga de baterías.

Comité de mantenimiento: Son los encargados de monitorear y supervisar el buen uso y funcionamiento de dicha central. Serán dos personas encargadas para dicha actividad, así como realizar el pago simbólico a los pobladores para el mantenimiento básico de la central.

Técnicos de la alcaldía municipal: Son las personas asignadas por la alcaldía municipal para apoyar a la comunidad en cualquier gestión.

Técnicos del proyecto (UNI): El personal técnico de la UNI-DFAE estaría brindando apoyo técnico sobre el uso y mantenimiento de los equipos instalados.

Pobladores de la comunidad: Son los usuarios del servicio de energía eléctrica mediante la central fotovoltaica. Son actores importantes para cuidar y dar un buen uso a la central.

3.6. Distribución del proyecto

El sistema de fotovoltaico solar estará ubicado en colegio primario de la comunidad. Los paneles se ubicarán sobre el auditorio deportivo y la caseta de 12 mts² se ubicará en lado oeste del auditorio.



Ilustración 15. Ubicación de módulos y centro de carga de baterías

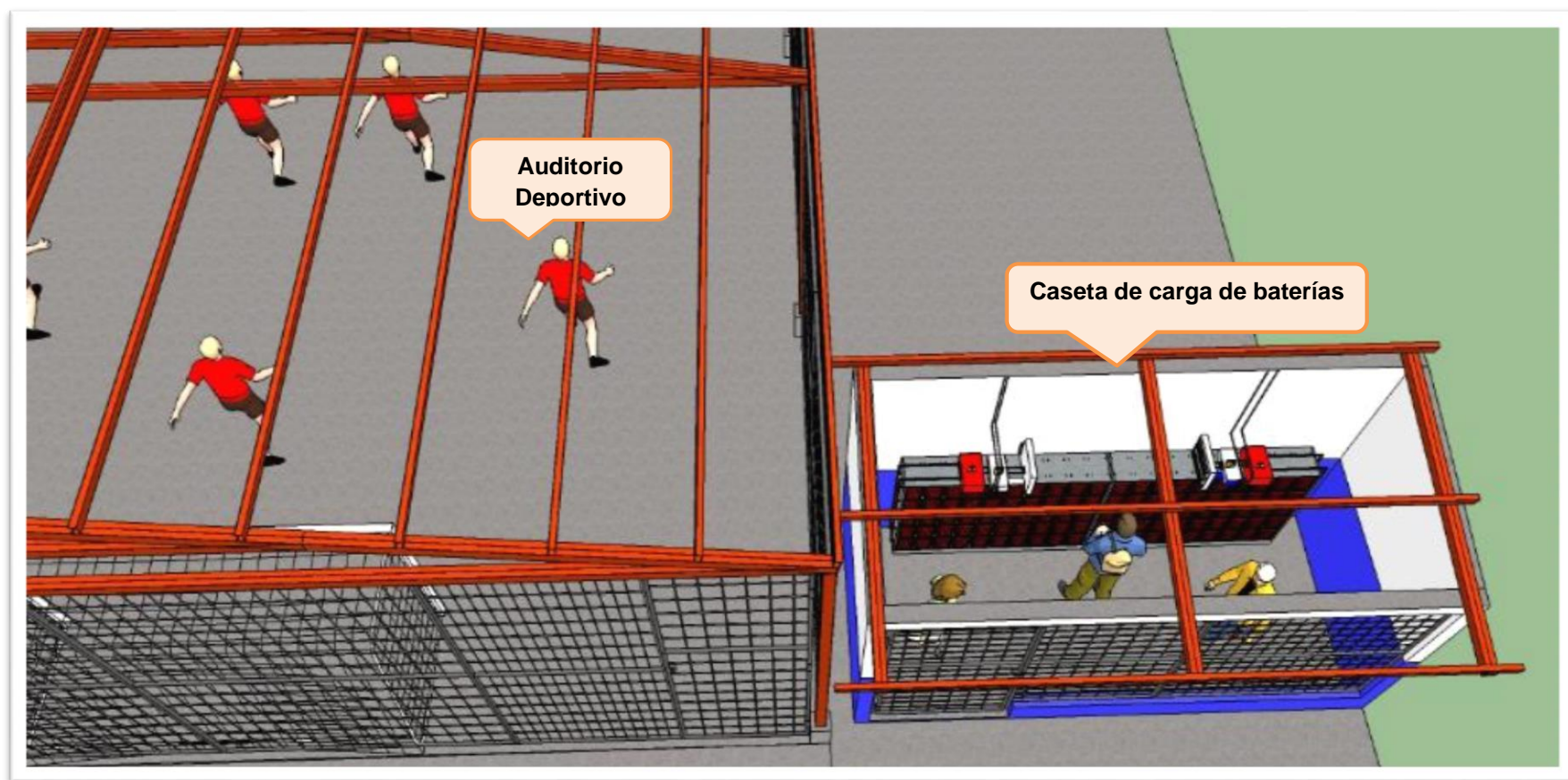


Ilustración 16. Caseta para la carga de baterías

3.7. Aspectos legales del proyecto

El proyecto estará sujeto al marco legal referente a energía renovable, específicamente energía solar mediante paneles fotovoltaicos. Así mismo, se tienen los siguientes actores involucrados en el tema de generación eléctrica:

ENEL: Empresa Nicaragüense de Electricidad, es una entidad del Estado de Nicaragua, adscrita al Ministerio de Energía y Minas (MEM), propietaria de plantas generadoras geotérmicas, hidroeléctrica, y térmicas de diferentes tipos y capacidad.

MEM: Ministerio de Energía y Minas, es una Institución que tiene entre otras responsabilidades el formular, proponer, coordinar y ejecutar el Plan Estratégico y las Políticas Públicas del Sector Energía, Recursos Geológicos, Recursos Mineros, Recursos Geotérmicos, Recursos Hidroeléctricos e Hidrocarburos, así como dirigir el funcionamiento y administración de las empresas del estado que operan en el sector energético.

INE: Instituto Nicaragüense de Energía, es la Intendencia de Energía que tiene las funciones de regulación, supervisión y fiscalización del sector energía y la aplicación de las políticas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas.

MARENA: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, es la institución encargada de la conservación, protección y el uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente.

A continuación, se presentan las leyes referentes al proyecto:

- **LEY 272 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA Y SU REFORMA (LEY 465).**

Objeto de la ley: Establecer el régimen legal sobre las actividades de la industria eléctrica, las cuáles comprenden la generación, transmisión, distribución,

comercialización, importación y exportación de la energía eléctrica.

- **LEY No. 532, LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES Y SU REFORMA (LEY 901)**

Objeto de la ley: Promover el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables y de proyectos que realicen ampliaciones a la capacidad instalada de generación con fuentes renovables y que se encuentren actualmente en operación, así como de los proyectos de generación de energía eléctrica que ocupen como fuente la biomasa y/o biogás producidos en forma sostenible, estableciendo incentivos fiscales, económicos y financieros que contribuyan a dicho desarrollo, dentro de un marco de aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos renovables.

4. ESTUDIO FINANCIERO

Basado en los resultados de los estudios de mercado y técnico, en los cuales se determinaron: demanda de energía eléctrica, diseño y materiales de la central fotovoltaica, tecnología a utilizar y necesidades de energía por vivienda; y considerando que los flujos del proyecto son meramente costos, se procedió a determinar los recursos económicos necesarios para realizar el presente proyecto, tales como: costo de inversión (inversión fija y diferida) y los costos de operación.

Todas las inversiones del estudio, se consideran que son parte de una donación de organismos con enfoque social.

4.1. Inversión inicial en activo fijo y diferido.

La inversión efectuada antes de la puesta en marcha de la planta, incluye la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y de los diferidos o intangibles, necesarios para iniciar las operaciones de la planta, con excepción del capital de trabajo.

4.1.1. Inversión en terreno

Del estudio técnico se encontró que la caseta de carga de baterías necesitará un área aproximada de 12 metros cuadrados (m²). Dicha caseta se construirá en el terreno de la escuela de la comunidad, la cual la comunidad realizará la donación del mismo.

4.1.2. Inversión en infraestructura

La inversión corresponde a la planteada en el estudio técnico, en la cual se menciona más detalladamente la infraestructura a necesitar. La siguiente tabla muestra el costo total de la infraestructura, que corresponde a la construcción de la caseta donde se va a instalar el sistema de carga.

Tabla 12. Inversión en infraestructura¹⁴

Obra civil	Área (m²)	Costo unitario (USD/m2)	Costo total (USD)
Caseta para carga baterías	12	133.34	1,600.08
Total	12		1,600.08

4.1.3. Inversión en equipamiento

Basados en el estudio técnico, la inversión en la tecnología a utilizar, es la siguiente:

Tabla 13. Inversión en equipamiento de la central fotovoltaica

Maquinaria y Equipo	Cantidad	Costo (USD)	Sub total (USD)
Baterías	50	167.30	8,365.00
Paneles solares	14	356.40	4,989.60
Controlador de la central	1	875.40	875.40
Inversor	50	145.3	7,265.00
Total			21,495.00

La inversión en equipamiento a utilizar en la central fotovoltaica es de USD 21,495.00.

La inversión en equipamiento tanto de los materiales de la instalación de la central fotovoltaica como de los materiales a utilizar para acondicionar las 50 viviendas para el uso de la energía solar, es la siguiente:

¹⁴ Ver anexo 6. Inversión en infraestructura

Tabla 14. Inversión para acondicionamiento en viviendas

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Cables	1,545	1.32	2,039.40
Estructuras solares	1	1,123.12	1,123.12
Paneles eléctricos (1 breaker)	50	35	1,750.00
Instalación	1	600	600.00
Materiales varios (clavos, cintas, etc.)	1	1,200.00	1,200.00
Total			\$ 6,712.52

Se requieren USD \$ 6,712.52 para realizar dicha actividad. Cabe destacar que la mano de obra de la instalación de esta infraestructura en las viviendas será realizada técnicos electricistas de la misma comunidad.

4.1.4. Inversiones diferidas

Las inversiones diferidas, se refieren a todos los gastos para la puesta en marcha del proyecto, pagos de servicios, gastos de organización, dirección y coordinación de las obras civiles, licencias o permisos, adiestramiento del personal, asistencia técnica, estudios administrativos, estudios de evaluación, diseños, etc. A continuación, se mencionan dicha inversión:

Tabla 15. Inversiones diferidas

Planeación e integración del proyecto	U\$
Planeación e integración	300.00
Ingeniería de proyecto (Diseños y planos)	80.00
Supervisión de la construcción (5% de las obras civiles)	80.00
Permiso de Construcción (1% de las obras civiles)	16.00
Otros activos fijo intangible	---
Total (Activo fijo intangible)	476.00

El costo total para dicha inversión será de UD \$ 476.00. Así mismo, para solventar cualquier eventualidad no considerada en el análisis de costos del proyecto, se consideró una reserva de capital del 2% de la inversión de activos tangibles e intangibles:

Tabla 16. Inversión fija total del proyecto

Concepto	Costo (U\$)
Sub-Total (Activo fijo tangible)	29,807.60
Sub-Total (Activo fijo intangible)	476.00
Total activos tangibles e intangibles	30,283.60
Imprevistos (2% activos tangibles e intangibles)	605.67
Inversión total fija	30,889.28

La inversión fija total será de UD \$ 30,889.28 para llevar acabo cada una de las actividades reflejadas en el proyecto.

4.2. Depreciación y amortización

La ley del IR establece que la cuota a deducirse en concepto de reserva de depreciación de los activos fijos se regirá por el método de la línea recta o por el de depreciación acelerada, en ambos casos la base depreciable será el costo o precio de adquisición de los activos.

A continuación, se mencionan los activos sujetos a depreciación, con el fin de considerar un valor de rescate al finalizar el proyecto (10 años). Los porcentajes de depreciación son los que plantea la Ley No.257: Ley de Justicia Tributaria y Comercial de Nicaragua.

El monto total de la depreciación anual, asciende a USD \$ 1,850.12, y al final del horizonte del proyecto, se espera un valor de recuperación de USD \$ 2,993.76.

Tabla 17. Costos de depreciación

Concepto inicial	Depreciación anual	Cantidad	Inversión total (USD)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Valor de recuperación
Baterías	10%	50	8,365.00	836.50	836.50	836.50	836.50	836.50	836.50	836.50	836.50	836.50	836.50	0.00
Paneles solares	4%	14	4,989.60	199.58	199.58	199.58	199.58	199.58	199.58	199.58	199.58	199.58	199.58	2,993.76
Controlador de la central	10%	1	875.40	87.54	87.54	87.54	87.54	87.54	87.54	87.54	87.54	87.54	87.54	0.00
Inversor	10%	50	7,265.00	726.50	726.50	726.50	726.50	726.50	726.50	726.50	726.50	726.50	726.50	0.00
Total			21,495.00	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	1,850.1	2,993.76

Al final del horizonte del proyecto, se espera un valor de recuperación de USD \$ 2,993.76.

A continuación, se presenta la amortización de los diferentes activos intangibles presentes en el proyecto. Los porcentajes de depreciación se basan en la ley de Justicia Tributaria Comercial No 257 de la DGI.

A fin de amortizar los activos diferidos (inversión intangible o diferida) se ha establecido como periodo de amortización cinco años.

Tabla 18. Amortización de los activos intangibles del proyecto

Concepto inicial	Depreciación anual	Inversión	1	2	3	4	5	Valor de recuperación
Planeación e integración	20%	300.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	0.00
Ingeniería de proyecto (Diseño y Planos)	20%	80.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	0.00
Supervisión de la construcción	20%	80.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	0.00
Permiso de construcción	20%	16.00	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	0.00
Total		476.00	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	0.00

La inversión en los activos intangibles del proyecto es de U\$D 476.00, con una amortización anual de U\$ 95.20 y con un valor de salvamento igual a U\$D 0.00.

4.3. Costos de operación del proyecto

El único costo de operación de la central fotovoltaica serán el mantenimiento que se le debe de brindar, siendo estos: supervisión para la limpieza de los paneles fotovoltaicos y caseta de carga de baterías y limpieza de los alrededores. Dicha actividad será realizada por el equipo de mantenimiento de los pobladores, los cuales deberán solicitar el pago simbólico para realizar dicho mantenimiento:

Tabla 19. Mantenimiento del sistema Fotovoltaico

Concepto	Costo por vivienda (USD/mes)	Costo total (USD/año)
Limpieza de paneles solares	\$ 0.30 por vivienda	\$ 180.00 anual por las 50 viviendas
Limpieza de la caseta de carga de baterías		
Limpieza de alrededores		

Por la característica del proyecto, el cual será comunitario, no se consideran gastos de administración ni de ventas.

4.4. Determinación de los ingresos/beneficios

Para la evaluación financiera los ingresos son cero, porque el servicio de energía eléctrica no se va a comercializar, sino que tendrá un enfoque social. Para la evaluación social, se ha utilizado la metodología de pre inversión para proyectos de energía del SNIP (Sistema Nacional de Inversiones Públicas).

Para conocer cuál es el beneficio social del proyecto, es necesario conocer la situación Sin Proyecto, los beneficiarios de este proyecto utilizan fuentes de energía alternativa que sirven para satisfacer en alguna medida la demanda del servicio cuyo uso final es la iluminación y radio recepción. Estas fuentes alternativas de energía son las velas, keroseno, diésel (para iluminación) y baterías (para uso en linternas y radios).

En el gráfico se identifican los beneficios sociales por los cambios en los excedentes de los consumidores. Se hacen las siguientes consideraciones.

Qsp: Cantidad sin proyecto, es definida como la cantidad de energía alternativa que consume una familia al mes en la situación Sin Proyecto.

Qcp: Cantidad con proyecto, es la cantidad de energía que se proporcionara con el proyecto,

Psp: Precio sin proyecto

Pcp: Precio con proyecto

IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS

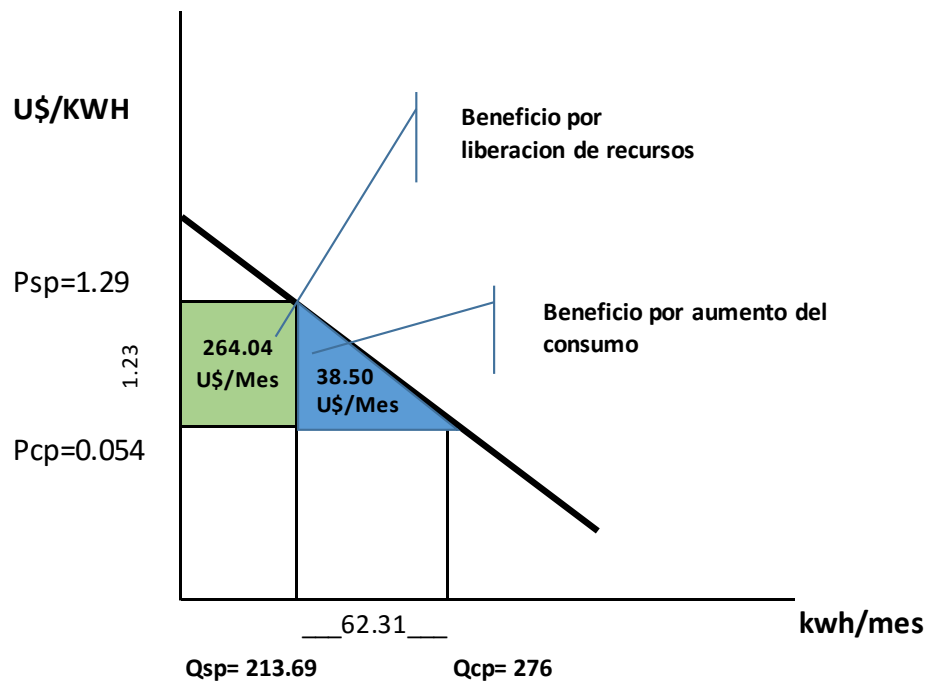
Beneficio por liberación de recursos

En la situación sin proyecto, los beneficiarios consumen una cantidad de energía Q_{sp} , a un precio P_{sp} . En la situación con proyecto, los beneficiarios podrán acceder a consumir la cantidad de energía (Q_{sp}) a un precio inferior P_{sp} , lo que significa un ahorro de recursos para la población beneficiaria. El beneficio por Liberación de recursos se muestra en el gráfico localizado por el rectángulo **Psp-AC-Pcp**.

Beneficio por aumento del consumo

En la situación con proyecto, debido a nuevos usos de la energía y precio de oferta menor, los beneficiarios aumentan su consumo, pasando de Q_{sp} a Q_{cp} , la energía será consumida al precio P_{cp} . El beneficio por aumento de consumo está localizado por el área **ABC**.

Grafico: Equilibrio del mercado con proyecto y sin proyecto



Calculo de Beneficio por liberacion de recursos:

Qsp: 213.69 KWH/Mes

Psp: Gasto Mensual/Consumo: 275.93 \$/213.69 KWH/Mes = 1.290 U\$/KWH

Tabla 20. Consumo de sustitutos sin proyecto para 50 viviendas sin energía eléctrica

Sustituto de energía	UM	Factor de conversión	Cantidades Mes	Consumo equivalente KWH/Mes	Precio Unitario U\$	Gasto Mensual U\$
Keroseno	Litros	0.875	100	87.50	0.85	84.75
Diesel	Litros	0.875	100	87.50	0.88	88.14
Pilas	Unidades	0.056	48	2.69	1.02	48.81
Candelas de cebo	Unidades	0.045	800	36.00	0.07	54.24
Total				213.69 KWH/Mes		U\$ 275.93

La Qcp: Es equivalente a la cantidad de energía que proporcionara el proyecto, donde Qcp= 276 KWH/Mes.

El cálculo de Pcp, se consideran los gastos del proyecto, el cual es el gasto por mantenimiento de los paneles siendo este de U\$ 180.00 anual.

Tabla 21. Costos de operación

Rubros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos de operación (mantenimiento)	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
Total	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0

Calculando el VAN de este flujo, a una tasa de descuento del 8%, el resultado es de U\$ 1,207.81. Con una anualidad es de U\$ 180.00 y una mensualidad de U\$ 15.00.

Siendo el Pcp: Gasto Mensual Con proyecto/ Cantidad con proyecto:
U\$15/276KWH/Mes = 0.054 U\$/KWH

$$\text{Beneficio por Liberación de Recursos BLR} = (\text{PSP-PCP}) * \text{QSP} = (1.29 - 0.054) * 213.69 = 264.04 \text{ U$/Mes}$$

Siendo el BLR = 3,168.5 U\$/Año

$$\text{Beneficio por Aumento de Consumo BAC} = (\text{PSP-PCP}) * (\text{QCP-QSP}) / 2 = (1.29 - 0.054) * (276 - 272.43) = 38.50 \text{ U$/Mes}$$

Siendo el BAC= 461.98 U\$/Año

$$\text{Beneficios Totales} = \text{BLR} + \text{BAC} = 3,168.5 + 461.98 = 3,630.50 \text{ U$/Año}$$

Es decir, el proyecto tendrá **USD 3,630.50** de beneficios sociales anuales.

4.5. Financiamiento de la inversión

El financiamiento del proyecto se basa en el supuesto de una donación de un organismo no gubernamental, el cual es ejecutado por una entidad del gobierno de Nicaragua. Por lo que la inversión es 100% donación.

Se consideran 10 años de vida del proyecto, los cuales se espera que posteriormente la comunidad cuente con tendido eléctrico comercial.

4.6. Determinación de la Tasa mínima atractiva de retorno

Para fines comparativos, se trabajará con el proyecto de inversión 100% puro, es decir, la inversión del proyecto proviene de un inversionista. Se utilizará una tasa de descuento del 11.35% que corresponde a la tasa de préstamo entre particulares emitido por el banco central de Nicaragua para enero 2017.

4.7. Flujo Neto de costos de efectivo sin financiamiento

Tabla 22. Flujo Neto de Costos financieros del proyecto

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos de operación		180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Utilidad bruta		-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00
Gastos administrativos y ventas											
Depreciación de activos											
Amortización de activos intangibles											
Total gastos operativos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad operativa		-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00
Utilidad antes de impuesto		-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00
Impuesto (30%)											
Utilidad después de impuesto		-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00	-180.00
Depreciación y amortización											
Valor de rescate											2,993.76
Capital de trabajo											
Inversión total	30,889.28										
Inversión de reemplazo											
Flujo neto de efectivo(U\$)	-30,889.28	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	3,173.76

El valor actual de costos del proyecto es de U\$ 32,995.64

El costo per capita de cada vivienda es de U\$ 659.11 anual

Comparando con el supuesto de financiar un generador diésel con la capacidad requerida, la inversión sería de U\$ 800.00. Adicionalmente, el gasto de diésel por funcionamiento del equipo y el gasto de mantenimiento del mismo.

Desde el panorama de flujo de costos financieros, es conveniente la implementación del sistema solar fotovoltaico para generación de energía.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico mide los beneficios y costos generados por el proyecto desde el punto de vista del país, para esto es necesario hacer uso de los factores de conversión establecidos por la DGIP (Dirección General de Inversiones Públicas). Estos factores de conversión son calculados para los bienes transables y no transables, eliminando así las distorsiones económicas que poseen los precios de mercado.

5.1. Calculo de las transformaciones a precios sociales

Los factores de conversión y las razones de precio utilizadas para los cálculos de las transformaciones a precios sociales, son los siguientes:

Tabla 23. Factores de conversión

RPSMONC	0.54	RAZÓN PRECIO SOCIAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA
RPSMOSC	0.82	RAZÓN PRECIO SOCIAL MANO DE OBRA CALIFICADA
FCS	0.9	FACTOR DE CONVERSIÓN ESTÁNDAR
RPSD	1.02	RAZÓN PRECIO SOCIAL DE LA DIVISA
TSD	8%	TASA SOCIAL DE DESCUENTO

En el caso del gasto de depreciación y amortización se excluye en la evaluación económica porque representan una transferencia entre los sectores de la economía nacional y el estado, y no es aplicable a las evaluaciones económicas. Pero si se considera el valor de salvamento de los activos fijos.

La inversión total requerida para la implementación del proyecto expresada en precios de mercado asciende a U\$ 30,889.28, esta debe ser ajustada a los factores de conversión a fin de obtener el monto de inversión a precio social.

La inversión de activo tangible está compuesta por los equipos e infraestructura del proyecto, representado por un monto de U\$ 29,807.58 a precio de mercado y un monto de U\$ 23,314.71 a precio social.

La inversión de activos intangibles a precio de mercado fue calculada en U\$ 476.00 que incluye pago de impuestos y otros gastos pre operativos para el inicio del proyecto. A precio social a esta inversión se excluye, los egresos causados por el permiso de construcción. El total de la inversión del activo intangible asciende a U\$ 460.00.

Tabla 24. Inversión Activos Tangibles a precios sociales

Concepto	Factor de Conversion	Monto a precio de mercado U\$	Monto precio mercado sin impuesto (15%)	Monto a precio social U\$
Equipo y Maquinaria		21,495.00	18,691.30	16,822.17
Baterías	0.90	8,365.00	7,273.91	6,546.52
Paneles solares	0.90	4,989.60	4,338.78	3,904.90
Controlador de la central	0.90	875.40	761.22	685.10
Inversor	0.90	7,265.00	6,317.39	5,685.65
Infraestructura Viviendas		6,712.52		5,253.28
Cables	0.90	2,039.40	1,773.39	1,596.05
Instalación	0.82	600.00	521.74	469.57
Estructuras solares	0.90	1,123.12	976.63	878.96
Paneles eléctricos	0.90	1,750.00	1,521.74	1,369.57
Materiales varios (clavos, cintas, etc.)	0.90	1,200.00	1,043.48	939.13

Infraestructura caseta		1600.06		1,239.26
Materiales Caseta	0.90	1413.62	1,229.24	1,106.32
Mano de Obra	0.82	186.44	162.12	132.94

La evaluación económica se basa en los parámetros del valor presente neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR), Relación beneficios costos y el periodo de recuperación.

5.2. Flujo Neto de efectivo Económico

A continuación, se presenta el flujo neto del proyecto económico:

Tabla 25. Tabla de resultados para el proyecto a precios sociales

[illegible]

5.3. Calculo de VAN, TIR y relación beneficio costo

Con el fin de determinar la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista social, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 26. Indicadores financieros del proyecto social

TMAR	8.0%
VAN	289.65
TIR	8.25%
R B/C	1.0

Se tienen los siguientes comentarios:

- El proyecto tendría un valor actual neto igual a los U\$D 289.65 con una TIR del 8.25%; para lo cual el proyecto es rentable desde el punto de vista social.
- El proyecto tendría una relación de costo beneficio del 1.0.

5.4 Análisis de sensibilidad

Con el propósito de determinar la sensibilidad del VPN ante los cambios en los ingresos y los gastos de mantenimiento se le ha aplicado cambios porcentuales en disminución y aumento, entre un 1% y un 5%.

La rentabilidad del proyecto ha demostrado ser altamente sensible a los cambios en los ingresos, Una disminución del 2% producirá una disminución del 146.6% en el VPN con evaluación económica. Una disminución del 2% dejaría de ser rentable.

Tabla 27. Análisis de sensibilidad para la variable Ingresos

Cambio	VPN Flujo económico
-5%	-928.4
-2%	-197.57
-1%	46.04
1	533.26
2%	776.87

El VPN muestra sensibilidad a los cambios en los gastos de mantenimiento en menor magnitud que los ingresos. Un aumento del 23% en esta variable, provocará una disminución de -12.3 VPN en evaluación económica siendo esta no rentable.

Tabla 28. Análisis de sensibilidad para la variable Gastos de Mantenimiento

Cambio	VPN Flujo económico
25%	-12.3
23%	11.85
5%	229.26
-15	470.82

6. ESTUDIO AMBIENTAL

El presente capítulo contiene la Evaluación de Impacto Ambiental EIA del proyecto Sistema Fotovoltaico para 50 viviendas de la comunidad de Santa Rita, cuya actividad económica es la Generación de Energía Eléctrica a base de Recurso Renovable, siendo en este caso especial el recurso Solar. El terreno donde se instalarán las celdas fotovoltaicas se encuentra ubicado en la escuela de la comunidad. Los paneles, se instalarán en el techo del auditorio deportivo construido por el MINED en el año 2015.

Para fines de la presente evaluación se partió del concepto de diseño del proyecto, el cual contempla el estudio completo del diseño, financiación, adquisición, instalación, explotación y mantenimiento del sistema solar fotovoltaico para 50 viviendas con una potencia nominal de 5.52 kW/día.

La vida útil del proyecto se estima en 10 años. Dentro del contexto ambiental, este proyecto reúne condiciones que dejan ver con claridad una formalidad en los objetivos que se persiguen, se hicieron las investigaciones preliminares para conocer a priori la viabilidad ambiental.

6.1. Técnicas utilizadas para el análisis

La metodología utilizada para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental fue básicamente investigativa y participativa, realizando investigación de campo, visitas, descripciones socioeconómicas del medio y recopilación de información técnica.

Para esta metodología se consideró las siguientes actividades:

- a. Recopilación, revisión y análisis de información existente y disponible para el estudio.
- b. Giras de Campo al área de influencia del Proyecto para recopilar la información nueva y validar la información existente.

Con esta información, se procedió a describir el medio biofísico, con el propósito de generar una línea base, considerando aspectos tales como clima, hidrología, cobertura vegetal, análisis del uso y cobertura del suelo, fauna, suelos, geología. A partir de la descripción del medio biofísico y considerando los alcances del proyecto, se procedió a identificar, y caracterizar los impactos con base a la línea base, destacando los principales situaciones negativas y positivas de la etapa de construcción y funcionamiento, se realizó la matriz de valoración de impactos en ambas etapas.

A partir de esta evaluación, se seleccionan los impactos cuyo valor de calificación los ubica como irrelevantes, moderados y críticos, y son estos últimos a los cuales se elaborará medidas de mitigación.

6.2. Línea base del Proyecto

Este proyecto está ubicado en comunidad Santa Rita en Niquinohomo. El clima que predomina localmente es tropical de sabana, con variaciones a sub-tropical semi-húmedo. La temperatura media anual en las partes altas del municipio, oscila entre los 23 a 24° C.

La radiación solar media anual en el municipio de Niquinohomo y sus comarcas es de 394.8 calorías por cm² por día; el máximo valor de radiación solar incidente se presenta en marzo y abril de 458.3 (cal/cm²* día) y 460.2 (cal/cm²* día) respectivamente. En junio (376.5 calorías por cm²) con el establecimiento del período lluvioso y como resultado del aumento de la nubosidad, se presenta una disminución en las magnitudes mensuales de la radiación solar incidente hasta alcanzar su mínimo en el mes de diciembre con 343.2 calorías por cm². ¹⁵

¹⁵Documento Caracterización del departamento de Masaya, Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales ENITER

Sus suelos son minerales de desarrollo incipiente, de poco profundos a muy profundos, relieve de plano a muy escarpado y fertilidad de muy baja a alta. Estos suelos son aptos para cultivos como algodón, ajonjolí, cacao, maní, maíz, hortalizas, banano, plátano, piña, café, cítricos. En algunos casos por riesgo o susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica y/o eólica se recomiendan para bosques o reforestación en su defecto.

La fauna por su posición geográfica y su clima propician una extensa variedad de madera preciosa que se presentan a continuación: Pochote, Caoba, Laurel, Cedro Real, Eucalipto.

Por su ubicación es favorecida con diferentes microclimas, permitiendo albergar una variada fauna nativa (Oso hormiguero, Mono congo, Zarigueña, Ardilla, Zorro, Conejo, Comadreja, Cusuco, Iguana entre o) y aves migratorias de las cuales se pueden apreciar en la siguiente tabla. (Paloma Azul, Zanate, Gorriones, Guardabarrancos, Chichiltotes, Guarda Tinajas, Sabaneros, etc.).

6.2.1. Principales problemas ambientales, identificados en la comunidad de Santa Rita.

Deterioro de la flora y fauna silvestre. Como consecuencia de la destrucción de su hábitat, muchas especies de aves, reptiles y mamíferos silvestres han emigrado o han sido casi exterminados.

Deforestación de las cuencas hidrográfica en áreas de bosques y despale de árboles. Por producto del despale indiscriminado muchas especies de vegetales, sobretudo la madera preciosa ha venido desapareciendo: Cedro Real, Laurel, Genízaro, Guanacaste, Guachipilín, etc.

Falta de educación sanitaria ambiental de la población. En la zona uno de los problemas que afectan el ambiente es la quema durante la preparación de la tierra para el cultivo.

Falta de tratamiento de desechos sólidos. Manejo inadecuado de basura, existen basureros ilegales.

Inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales. El manejo de las aguas residuales (grises y/o negras) es uno de los principales problemas ambientales, ya que no existe ningún tipo de sistema de alcantarillado ni de tratamiento de estas aguas, A sí que las aguas sucias son dirigidas hacia los caminos, por la falta de un sistema de alcantarillado sanitario.

Escasez de fuentes de agua. No tienen adecuadas conexiones a la red de agua potable.

Uso inadecuado de los suelos. Los agricultores le aplican abonos al suelo para aumentar su producción, para que sus cultivos tengan un crecimiento bueno hacen uso de agroquímicos (herbicidas y Plaguicidas, fungidas, acaricidas, etc.). Para la cual no se dan cuenta del impacto que conlleva esta práctica, entre ella está la saturación del suelo, alimentos y surgimiento de mutaciones de virus y enfermedades.

Situación ambiental del área de influencia

El sitio donde se realizará la instalación del sistema fotovoltaico es en el colegio primaria Norman López Porras de la comunidad el cual en el año 2015 fue remodelado, y exactamente los paneles solares serán instalados en el auditorio del colegio.

El sistema tendrá una etapa de construcción y una de funcionamiento.

- **La etapa de construcción del proyecto:** Esta implica la instalación de paneles en área de techo del auditorio. También la construcción de una caseta que se utilizará

para la conectar los paneles, a través de cables, a los inversores que se instalarán dentro de la caseta, y donde los pobladores beneficiados cargarán sus baterías.

Las actividades de la construcción de la caseta

- Preliminares: Comprende la limpieza inicial o descapote del terreno.
- Desinstalación de malla, solamente el área donde se ubicará la caseta
- Instalación de malla en el área de la caseta, con acceso externo al colegio.
- Estructura de concreto de losa.
- Techo: Colocación de estructura metálica y cubierta con láminas de zinc.
- Traslado del sistema fotovoltaico al auditorio de la escuela.

Actividades de conexión en vivienda

En cada vivienda se instalará un sistema eléctrico con su panel, donde se conectará la batería cargada con el inversor y panel eléctrico para distribuirlo a sus consumidores.

Etapas de operación o funcionamiento: Las actividades que ocurren en el proyecto en marcha.

- Proceso de captación de energía solar en los paneles
- Carga de baterías
- Conexión de baterías al panel eléctrico de las viviendas
- Mantenimiento del sistema fotovoltaico
- Desechar paneles solares y baterías cuando se dañarán o cuando finaliza vida útil

Los efectos del sistema solar fotovoltaico en municipio de Santa Rita sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

Clima: La generación de electricidad solar, no requiere de ningún tipo de combustión, por lo que no produce ninguna emisión de CO₂, y no promueve el calentamiento global.

Sobre la radiación solar que es absorbida por los paneles solares al medio ambiente circundante que, en teoría podría modificar el microclima local, es necesario recordar que aproximadamente sólo el 10% de la energía solar incidente por unidad de tiempo sobre la superficie del campo fotovoltaico es transformada y transferida a otro lugar en forma de energía eléctrica, siendo el 90% restante reflejada o transferida a través de los módulos.

Geología: las celdas solares son hechas con silicio, este elemento se obtiene a partir de la arena. Debido a que la arena es un material muy abundante y las cantidades que se requieren son mínimas, no se producen alteraciones topográficas o estructurales en el terreno.

Suelo: Cuando se coloca el panel solar en el área de techo del auditorio, la energía solar no tiene ningún efecto en la tierra. También que no producen contaminantes en el suelo, ni vertidos, no se realizara movimiento de la tierra, por lo tal las características físico-químicas del suelo o erosión no existe.

Aguas superficiales y subterráneas: Los sistemas solares no requieren de agua para generar electricidad, por lo que no se produce ningún tipo de alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni se genera contaminación por residuos o vertidos.

Flora y fauna: la afectación a la vegetación es nula, y al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje: El impacto visual está relacionado con la armonía en el entorno circundante. En el caso de este proyecto los paneles serán instalados en el techo de un auditorio que tiene una altura de 3.5 metros, por el cual el paisaje natural no será afectado. Además, que en los alrededores del colegio y en la comunidad predominan arboles lo que minimiza el impacto visual. Y por tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

Ruidos: el sistema fotovoltaico es silencioso, por lo que están libres de este tipo de contaminación.

Desechos peligrosos: Los paneles fotovoltaicos pueden contener materiales peligrosos que son liberados cuando el panel se daña o se desecha de manera inadecuada. De igual manera cuando la batería pierde su vida útil o se daña se tiene que desechar adecuadamente.

El proceso de fabricación de los paneles fotovoltaicos se usa numerosas sustancias peligrosas, muchas de las cuales se emplean para purificar y depurar la superficie semiconductora de los paneles. Estas sustancias químicas, similares a las usadas en la industria de los semiconductores, incluyen ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, fluoruro de hidrógeno, 1,1,1-tricloroetano y acetona. La cantidad y la sustancia en concreto que se usa dependen el tipo de célula solar a fabricar, el grado de pureza que se necesita, y el tamaño de la lámina de silicio. Si no se manejan y se desechan apropiadamente, estas sustancias químicas pueden ocasionar un serio problema de contaminación ambiental y amenazar la salud pública.

Es evidente que ni siquiera las tecnologías poco contaminantes, como la fotovoltaica, están exentas de conllevar impactos al medio ambiente. Sin embargo, la magnitud y la significación de estos sistemas son claramente inferiores a los de otras tecnologías de producción de energía tradicionales.

6.2.2. Resumen de Línea Base Ambiental (LBA)

Con base a lo descrito anteriormente se realiza una síntesis de la línea base ambiental de este proyecto.

Tabla 29. Situaciones Negativas

Componente ambiental	Problema	Causa	Efecto
Desechos Peligrosos	Pudiera existir contaminación si no se toman las medidas para desechar los paneles solares y baterías cuando finalicen su vida útil	Los paneles solares y las baterías que conforman el sistema fotovoltaico está compuesto por productos químicos peligrosos para el medio ambiente	Efecto directo sobre el suelo, aire, flora y fauna.
Ruidos en etapa de Construcción	Se emitirá ruido en etapa de construcción	Por uso de taladros, martillos,	Molestias a la población cercana como consecuencia de los ruidos producidos por las obras.

Tabla 30. Situaciones positivas

Componente ambiental	Situación positiva
Calidad del aire	La calidad del aire de las zonas aledañas donde se van a instalar los paneles solares no será afectada por ningún agente químico permanente. El grado de pureza del aire es apto para los seres humanos. No produce emisiones atmosféricas contaminantes
Geología	Por este proyecto no se ve afectado
Suelo	En ejecución no se ve afectado el suelo.
Aguas superficiales y Subterráneas	En la etapa de ejecución y construcción no se ve afectado el agua, ni se vierten desechos.
Flora y Fauna	No afecta la flora ni fauna de la zona.

Paisaje	En las zonas aledañas al proyecto se observa gran variedad de vegetación y árboles altos, medianos, y dada la altura del auditorio esto no permitirá que se logren ver fácilmente, por lo cual no hay contaminación visual.
Ruido	No emite ruidos en etapa de ejecución

Evaluación cuantitativa de impactos ambientales.

La matriz de causa-efecto de los impactos negativos, nos indica que, en la etapa de operación, la actividad que tiene mayor impacto negativo sobre los factores del medio ambiente es el descapote de terreno-preliminares, mientras que en la etapa de operación o funcionamiento es la actividad desechar las baterías y paneles solares cuando se dañaran o tenga fin su vida útil, estas dos actividades son las causantes de la mayoría de las afectaciones.

Mientras que la matriz causa – efecto de los impactos positivos nos indica que, en la etapa de construcción y ejecución, las actividades relevantes son instalación de paneles, limpieza final, captación de energía, carga de baterías y conexión de baterías a panel eléctrico de las viviendas, el factor del medio es la generación de energía y mejora en calidad de vida.

Tabla 31. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS

Factores del medio afectados por el proyecto		Etapas de construcción y Montaje. Acciones impactantes del proyecto					
		Preliminares	Fundación estructura de concreto	Techos	Fundiciones de acero	instalación de paneles solares	limpieza final
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Clima	M1						
Calidad del aire	M2						
Sonido	M3						
Geología y Geomorfología	M4						
Suelo	M5						
Vegetación	M6						
Fauna	M7						
Paisaje	M8						
Agua	M9						
Salud	M10						
Fuentes energéticas	M11					X	
Calidad de vida	M12						x

Tabla 32. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS

Factores del medio afectados por el proyecto		Etapas de construcción y Montaje. Acciones impactantes del proyecto					
		Preliminares	Fundación de estructura de concreto	Techos	Fundiciones de acero	instalación de paneles solares	limpieza final
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Clima	M1						
Calidad del aire	M2	x					
sonido	M3	x	x	x	x	x	
Geología y Geomorfología	M4						
Suelo	M5	x	x				
Vegetación	M6	x					
Fauna	M7						
Paisaje	M8						
Agua	M9						
Salud	M10						
Fuentes energéticas	M11						
Calidad de vida	M12						

Tabla 33. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS						
Factores del medio afectados por el proyecto		Etapa de Operación. Acciones impactantes del proyecto				
		Proceso de captación de energía en los paneles	Carga de baterías	Conexión de baterías al panel de las viviendas	Mantenimiento del sistema	Desechar paneles solares y baterías cuando finaliza vida útil
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5
Clima	M1					
Calidad del aire	M2				x	X
sonido	M3					
Geología y Geomorfología	M4					
Suelo	M5					X
Vegetación	M6					X
Fauna	M7					X
Paisaje	M8					
Agua	M9					
Salud	M10					
Fuentes energéticas	M11					
Calidad de vida	M12					

Tabla 34. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS

Factores del medio afectados por el proyecto		Etapa de Operación. Acciones impactantes del proyecto				
		Proceso de captación de energía en los paneles	Carga de baterías	Conexión de baterías al panel eléctrico de las viviendas	Mantenimiento del sistema	Desechar paneles solares y baterías cuando finaliza vida útil
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5
Clima	M1					
Calidad del aire	M2					
sonido	M3					
Geología y Geomorfología	M4					
Suelo	M5					
Vegetación	M6					
Fauna	M7					
Paisaje	M8					
Agua	M9					
Salud	M10					
Fuentes energéticas	M11	X	X	X		
Calidad de vida	M12			X		

Matriz de Valoración de impactos.

En esta matriz se evaluará cuantitativamente el impacto de las actividades con sus factores, tanto en la etapa de construcción como en la operación.

MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																																							
Valores de atributos de Impacto																																							
Impactos	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia I=-(3IN+2EX+MO+PE)	Valor Maximo de importancia					
	perjudicial Impacto beneficioso		Baja	Media	Alta	Muy Alta	Total	Puntual	parcial	extenso	Total	Critica	Largo Plazo	Mediano Plazo	Intermedio	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a corto	Recuperabela M. Pla	Irrecuperable	Simple. Sin sinergia	Sinergico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Inidreto	Directo	Irregular y discontin	Periodico	Continuo			Minima	Media	Alta	Maxima	Total
	Naturalez a		Intensidad grado de destruccion					Extension (area de influencia)					Momento (Plaza de manifestacio n)		Persistencia (permanenci a del efecto)		Reversibilida d (Recuperabil idad)		Acumulacion (Incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbl e de aparecion)		Efecto (Relacio n causa- efecto)		(Regularidad de manifestacio n)		Persepcion Social (Grado de percepcion del impacto por la poblacion)												
	Signo		1					Ex					Mo		Pr		Rv		Ac		Pb		Ef		Pr		PS					s			s				
ETAPA DE CONSTRUCCION																																							
C1M2	(-)	4					2					4		2		1		1		4		4		2		2					36	100							
C1M3	(-)	2					2					4		2		1		1		4		4		2		1					29	100							
C2M3	(-)	2					1					4		1		1		1		4		1		1		1					22	100							
C3M3	(-)	4					2					4		1		1		1		4		1		2		2					32	100							
C4M3	(-)	4					2					4		1		1		1		4		4		2		4					37	100							
C5M3	(-)	4					2					4		1		1		1		4		4		1		2					34	100							
C1M5	(-)	1					1					4		2		2		1		4		4		4		2					28	100							
C2M5	(-)	2					1					2		2		1		1		4		1		2		2					23	100							
C1M6	(-)	2					2					4		2		1		1		4		4		2		2					30	100							
ETAPA DE OPERACION																																							
C4M2	(-)	1					1					4		1		1		1		1		1		1		1					16	100							
C5M2	(-)	8					4					2		4		2		4		4		4		4		4					60	100							
C5M4	(-)	8					4					1		4		2		4		4		4		4		4					59	100							
C5M5	(-)	8					4					1		4		2		4		4		4		4		4					59	100							
C5M6	(-)	8					4					2		4		2		4		4		4		4		4					60	100							
C5M7	(-)	4					2					2		2		2		5		4		4		4		4					43	100							

MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS POSITIVOS																																							
Valores de atributos de Impacto																																							
Impactos	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia I=-(3IN+2EX+MO+PE)	Valor Maximo de importancia			
	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy Alta	Total	Puntual	parcial	extenso	Total	Crítica	Largo Plazo	Mediano Plazo	Intermedio	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a corto plazo	Recuperabela M. Plazo	Irrecuperable	Simple. Sin sinergia	Sinergico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Inidreto	Directo	Irregular y discontinuo	Periodico	Continuo	Minima	Media			Alta	Maxima	Total
	N at	ur	destruccion					influencia)					(Plaza de			(permanenci			d			(Incremento			(certidumbl			(Relacio		(Regularidad			(Grado de percepcion						
	Signo		1					Ex					Mo			Pr			Rv			Ac			Pb			Ef		Pr			PS					s	s
ETAPA DE CONSTRUCCION																																							
C5M11	(+)			2					2					1			4		2		2		4		4		4				4		35	100					
C6M12	(+)			2					1					4			1		1		1		2		4		4				1		26	100					
ETAPA DE OPERACION																																							
C1M11	(+)			8					4					1			4		2		2		4		4		4				12		65	100					
C2M11	(+)			4					2					2			2		1		1		4		4		2				4		36	100					
C3M11	(+)			8					8					4			2		1		2		4		4		4				8		69	100					
C3M12	(+)			8					2					2			2		1		2		4		4		2				8		53	100					

Matriz de importancia de impactos

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS										
Factores del medio afectados por el proyecto		Etapa de construccion y Montaje. Acciones impactantes del proyecto								
		Preliminares	Fundacion estructura de concreto	Techos	Fundiciones de acero	instalacion de paneles solares	limpieza final	Valor de la alteracion	Maximo valor de la alteracion	Grado de alteracion
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5	C6			
Clima	M1									
Calidad del aire	M2	36						36	300	12.00
sonido	M3	29	22	32	37	34		154	1100	14.00
Geologia y	M4									
Suelo	M5	28	23					51	300	17.00
Vegetacion	M6	30						30	200	15.00
Fauna	M7									
Paisaje	M8									
Agua	M9									
Salud	M10									
Fuentes	M11									
Valor medio de importancia		30.11								
Valor de alteracion		123	45	32	37	34		271		

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS									
Factores del medio afectados por el proyecto		Etapa de Operacion. Acciones impactantes del proyecto							
		Proces o de captaci on de	Carga de baterias	Conexi ón de baterias	Manteni miento del sistema	Desech ar paneles solares	Valor de la alteraci	valor de la	Grado de alteraci
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5			
Clima	M1								
Calidad del aire	M2				16	60	76	500	15
sonido	M3								
Geologia y Geomorfologia	M4								
Suelo	M5					59	59	300	20
Vegetacion	M6					60	60	200	30
Fauna	M7					43	43	200	22
Paisaje	M8								
Agua	M9								
Salud	M10								
Fuentes energeticas	M11								
Calidad de vida	M12								
Valor medio de importancia		39							
Valor de alteracion		0	0	0	16	222	238		

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS										
Factores del medio afectados por el proyecto		Etapa de construccion y Montaje. Acciones impactantes del proyecto								
		Preliminares	Fundacion estructura de concreto	Techos	Fundiciones de acero	instalacion de paneles solares	limpieza final	Valor de la alteracion	valor de la alteracion	Grado de alteracion
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5	C6			
Clima	M1									
Calidad del aire	M2									
sonido	M3									
Geologia y Geomorfologia	M4									
Suelo	M5									
Vegetacion	M6									
Fauna	M7									
Paisaje	M8									
Agua	M9									
Salud	M10									
Fuentes energeticas	M11					35		35	200	17.50
Calidad de vida	M12						26	26	200	13.00
Valor medio de importancia		30.5								
Valor de alteracion		0	0	0	0	35	0	61		

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS									
Factores del medio afectados por el proyecto		Etapa de Operacion. Acciones impactantes del proyecto							
		Proceso de captacion de energia en los paneles	Carga de baterias	Conexión de baterias al panel de las viviendas	Mantenimiento del sistema	Desechar paneles solares y baterias cuando finaliza vida util	Valor de la alteracion	Maximo valor de la alteracion	Grado de alteracion
Factor	Cod	C1	C2	C3	C4	C5			
Clima	M1								
Calidad del aire	M2								
sonido	M3								
Geologia y Geomorfologia	M4								
Suelo	M5								
Vegetacion	M6								
Fauna	M7								
Paisaje	M8								
Agua	M9								
Salud	M10								
Fuentes energeticas	M11	65	36	69			170	600	28
Calidad de vida	M12			53			53	600	9
Valor medio de importancia		55.75							
Valor de alteracion		65	36	122	0	0	223		

Los resultados obtenidos de la matriz de importancia, se calificación en irrelevante, moderado y crítico. Considerando la puntuación de 0 a 29 puntos como irrelevante, de 30 a 50 puntos como moderado y mayor de 51 puntos como relevantes.

En la siguiente tabla se muestra las actividades que influyen en factores ambientales y su categoría, obteniendo la etapa de construcción efectos irrelevantes y moderados mientras que la etapa de operación muestra efectos críticos en la actividad de desechar las baterías y paneles solares.

Etapas del proyecto	Código	Factor ambiental impactado	Actividades del proyecto	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría
Construcción	C1M2	Descapote del terreno, preliminares	Calidad del aire	Por levantamiento de polvo en el aire	Moderado
	C1M3		Sonido y vibraciones	Causados por maquinarias	Irrelevante
	C1M5		Suelo	Cambio en la conformación del terreno	Irrelevante
	C1M6		Vegetación	Reducción de área de vegetación natural	Moderado
	C2M3	Estructura de concreto	Sonido y vibraciones	Generación de sonidos	Irrelevante
	C2M5		Suelo	afección en la composición del suelo	Irrelevante
	C3M3	Instalación techo de caseta	Sonido y vibraciones	incremento de sonido por uso de taladros, y láminas de zinc	Moderado
	C4M3	Fundiciones de acero	Sonido y vibraciones	incremento de sonido por máquina de soldadura	Moderado

	C5M3	Instalación de paneles solares	Sonido y vibraciones	incremento por máquina de soldadura	Moderado
Operación	C4M2	Mantenimiento del sistema fotovoltaico	Calidad del aire	Emisión de polvo	Irrelevante
	C5M2	Desechar paneles solares y baterías al finalizar vida útil	Calidad del aire	Contaminación	Relevante
	C5M5		Suelo	Contaminación	Relevante
	C5M6		Vegetación	Contaminación	Relevante
	C5M7		Fauna	Contaminación	moderado

6.3. Planes de Mitigación

Se propone las siguientes medidas de prevención para eliminar el impacto ambiental crítico en la etapa de operación.

Etapas del proyecto	Código	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría	Medida ambiental propuesta	Descripción de la propuesta
Operación	C5M2	Desechar paneles solares y baterías al finalizar vida útil	Calidad del aire	Contaminación	Relevante	Con la empresa que ejecutara el proyecto, tener convenios de que cuando se dañaran o finalizara la vida útil de las baterías estas	La empresa se responsabilizara de desechar de forma adecuada
	C5M5		Suelo	Contaminación	Relevante		

	C5M6		Vegetación	Contaminación	Relevante	la llegaran a retirar de igual manera con los paneles solares.	las baterías y paneles solares cuando estos se dañen
--	------	--	------------	---------------	------------------	--	--

Se puede asegurar que la ejecución del proyecto producirá más beneficios a los pobladores del área de influencia directa del proyecto con la generación de energía eléctrica lo que permitirá mejorar su nivel de vida, siendo mínimos y controlables los impactos ambientales negativos que se generará el proyecto.

En general el análisis de impacto ambiental se resume.

- No requiere fuentes de energía convencional.
- No producirá ruidos durante la etapa de operación.
- No emitirá gases de efecto invernadero durante su operación.
- No habrá repercusión ante la vegetación,
- La ubicación del sistema fotovoltaico, es en el colegio de la comunidad y seguirá siendo útil para esta actividad.
- No se realizará tala de árboles en el área de incidencia del proyecto.
- De las excavaciones que se realizaran, los daños resultantes son casi nulos.

7. CONCLUSIONES GENERALES

La comunidad de Santa Rita, se encuentra en niveles de bajo desarrollo social y productivo, por lo que la implementación de proyectos que contribuya a superarlo y provoquen un impacto social positivo a la comunidad son oportunos. Las conclusiones del presente estudio, se brindan a continuación:

- En total 50 viviendas de la comunidad de Santa Rita no tienen acceso al sistema eléctrico convencional, estas viviendas están ubicadas a 10 km de la conexión de la red de distribución, cabe destacar que las viviendas están alejadas entre sí. Se investigó y no hay proyecto para ampliar la red de distribución a la zona.
- La implementación de energía eléctrica mejorarían el nivel de vida y disminuirían la prevalencia de enfermedades respiratorias por el uso de candiles. Este estudio ha demostrado que el sistema solar fotovoltaico es una alternativa viable, además de ser una energía renovable no emite sustancias tóxicas o gases, por lo que no causa contaminación del aire, el agua y el suelo, y no contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global. Además que están alineadas con el plan del Gobierno actual de aumentar la generación de energía renovable.
- Las 50 viviendas beneficiarias del proyecto dependen principalmente de fuentes de energías alternativas como candelas, candiles y lámparas de baterías para la iluminación en horas nocturnas, siendo el consumo de estos sustitutos de 213.69 KWH/MES y el gasto mensual de C\$ 275.93. Se estima que en los planes del MEN logre realizar un tendido eléctrico en la comunidad dentro de los próximos 10 años, por lo que el proyecto pretende instalar una central de carga de batería abastecida por energía sola.
- La situación con proyecto se basa en sustituir el uso de sustitos de iluminación, por tal la demanda de potencia considerada son bujías ahorrativas y carga de celulares,

por no tener el nivel adquisitivo para compra de electrodomésticos, además que este tipo de proyectos por ser esta tecnología muy costosa, ampliar el requerimiento de potencia, podría ser no viable el proyecto.

- Se ha estimado que la demanda de energía eléctrica con el proyecto es del 5.52 kW/mes por vivienda, por lo que la central fotovoltaica se dimensionará para una generación de energía diaria de 9.2 kW para las 50 viviendas.
- El dimensionado del sistema fotovoltaico para la carga de baterías en la comunidad se realizó en base al censo de carga de la demanda de energía proyectada, por lo que la central fotovoltaica tendrá 14 módulos de una capacidad instalada de 5.52 kWh/día, mediante paneles individuales de 300 W.
- La ubicación del sistema fotovoltaico será en la escuela de la comunidad, por tener una ubicación centralizada y pertenecer a la municipalidad. El local es caracterizado por tener una infraestructura adecuada para colocar los paneles solares (auditorio deportivo) y amplias áreas donde se puede construir la caseta de carga de baterías que tendrá un área de 12 mts²
- La central abastecerá las necesidades básicas de energía eléctrica por vivienda, para que cuenten con iluminación nocturna y carga de celulares. Para ello, el proyecto realizará las instalaciones pertinentes en cada vivienda de inversores, control de carga, baterías de ciclo profundo e cableado eléctrico.
- Aunque el mantenimiento del sistema fotovoltaico es relativamente simple (limpieza de los paneles), estos serán realizado por un comité de mantenimiento integrado por los habitantes que fueron capacitados por el proyecto.
- Este proyecto tiene un enfoque social y se utilizó la metodología de energía del SNIP (Sistema Nacional de Inversiones Públicas de Nicaragua), obteniendo beneficios sociales del proyecto de U\$ 3,630.50 anuales.

- La inversión inicial necesaria para la implementación del sistema solar fotovoltaico alcanza los U\$ 30,889.28, dividiéndose en inversiones de tangible (Equipos e infraestructura) por U\$ 29,807. 60, inversiones intangibles por u\$ 476.00 e imprevistos por U\$ 605.67.
- La implementación del proyecto desde la evaluación socio económica resulto ser rentable, aunque la rentabilidad está en el límite de la conveniencia económica, sin incluir el beneficio intangible sobre la salud de las familias beneficiadas. El VPN es de U\$ 289.65 con una tasa social de descuento del 8% y una TIR de 8.25%.
- Desde la evaluación financiera resulto viable por tener un costo per capita por vivienda de \$ 659.11. menos que la de conectar a la red de distribución (U\$ 800) o invertir en generadores.
- Que existen impactos ambientales mínimos en el proyecto, sin embargo, los análisis preliminares permiten indicar que en la etapa operativa se debe tomar medidas al desechar las baterías y paneles solares cuando termine su vida útil, por el contrario, recibirán impactos relevantes el aire, suelo y vegetación del área.

8. RECOMENDACIONES

Basado en el presente estudio, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Que los resultados y propuestas de este estudio sean considerados por la Dirección fuentes alternas de energía (DFAE-UNI) para el financiamiento de este proyecto por organismos no gubernamentales.
- Realizar un estudio socioeconómico enfocado a las capacidades de ingreso en la población, con el fin de valorar una central fotovoltaica con mayor suministro de energía y considerar un posible pago por dicha energía eléctrica.
- Que la Dirección fuentes alternas de energía (DFAE-UNI) ejecute proyecto que consista en organizar a los pobladores en diferentes comités para sensibilizar a la población en temas de salud y seguridad ciudadana.

GLOSARIO DE TERMINOS

Dado que el proyecto tiene un alto contenido técnico, se presenta un Glosario con el fin de facilitar al lector el entendimiento del presente documento:

Celda Solar: Una célula fotoeléctrica, también llamada celda, fotocélula o célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica. (Wikipedia).

Corriente Alterna: Se denomina corriente alterna (simbolizada CA en español y AC en inglés, de Alternating Current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinodal. En el uso coloquial, "corriente alterna" se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. (Wikipedia)

Energía Solar: La energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo desde su concepción. En la actualidad, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que pueden ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad. (Wikipedia)

Inversor: La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna mediante un aparato electrónico llamado inversor, e inyectar en la red eléctrica (para venta de energía) o bien en la red interior (para autoconsumo).

Sistema eléctrico: Conjunto de elementos y equipos que pueden suministrar la energía eléctrica necesaria para la operación de equipos electromecánicos destinados para realizar una función específica, para el caso de estudio, principalmente las bombas electro - sumergibles dispuestas para realizar la extracción del crudo de los pozos exploratorios

Célula fotovoltaica: Es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semi-conductor, frecuentemente de silicio. Generalmente, una célula fotovoltaica tiene un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35 mm y una forma generalmente cuadrada, con una superficie aproximadamente igual a 100 cm².

Módulo fotovoltaico: Es una estructura sobre la que se colocan las células fotovoltaicas. Los módulos pueden tener diferentes tamaños (los más utilizados tienen superficies que van de los 0,5 m² a los 1,3 m²) y constan normalmente de 36 células conectadas eléctricamente en serie. Las características eléctricas principales de un módulo fotovoltaico se pueden resumir en las siguientes:

- Potencia de Pico (Wp),
- Corriente nominal (A),
- Tensión nominal (V): tensión de trabajo del módulo.

Generador Fotovoltaico: Está formado por el conjunto de módulos fotovoltaicos, Adecuadamente conectados en serie y en paralelo, para obtener la corriente y el voltaje necesarios para una determinada aplicación. El generador tendrá que ser dimensionado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Carga eléctrica
- Potencia de pico
- Posibilidad de conexión a la red eléctrica
- Latitud del lugar y radiación solar media anual del mismo

La vida útil de un generador fotovoltaico es de aproximadamente 25 años.

Sistema de acumulación: Está formado por un conjunto de acumuladores recargables, dimensionado de forma que garantice la suficiente autonomía de alimentación de la carga eléctrica. Las baterías para uso fotovoltaico tienen que cumplir los siguientes requisitos: Bajo valor de autodescarga, Larga vida útil, Manutención casi nula y Elevado número de ciclos de carga-descarga.

El regulador de carga: Sirve fundamentalmente para preservar los acumuladores de un exceso de carga por el generador fotovoltaico y de la descarga por el exceso de uso. Ambas condiciones son nocivas para la correcta funcionalidad y duración de los acumuladores.

El dispositivo de intercambio con la red: Sirve para que la energía eléctrica Introducida en la red tenga todas las características requeridas por la misma.

El contador de energía: Mide la energía producida por el sistema fotovoltaico durante su periodo de funcionamiento.

Baterías de panel solar: Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente a la batería y no los paneles.

Eficiencia: En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.

Central Fotovoltaica: Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.

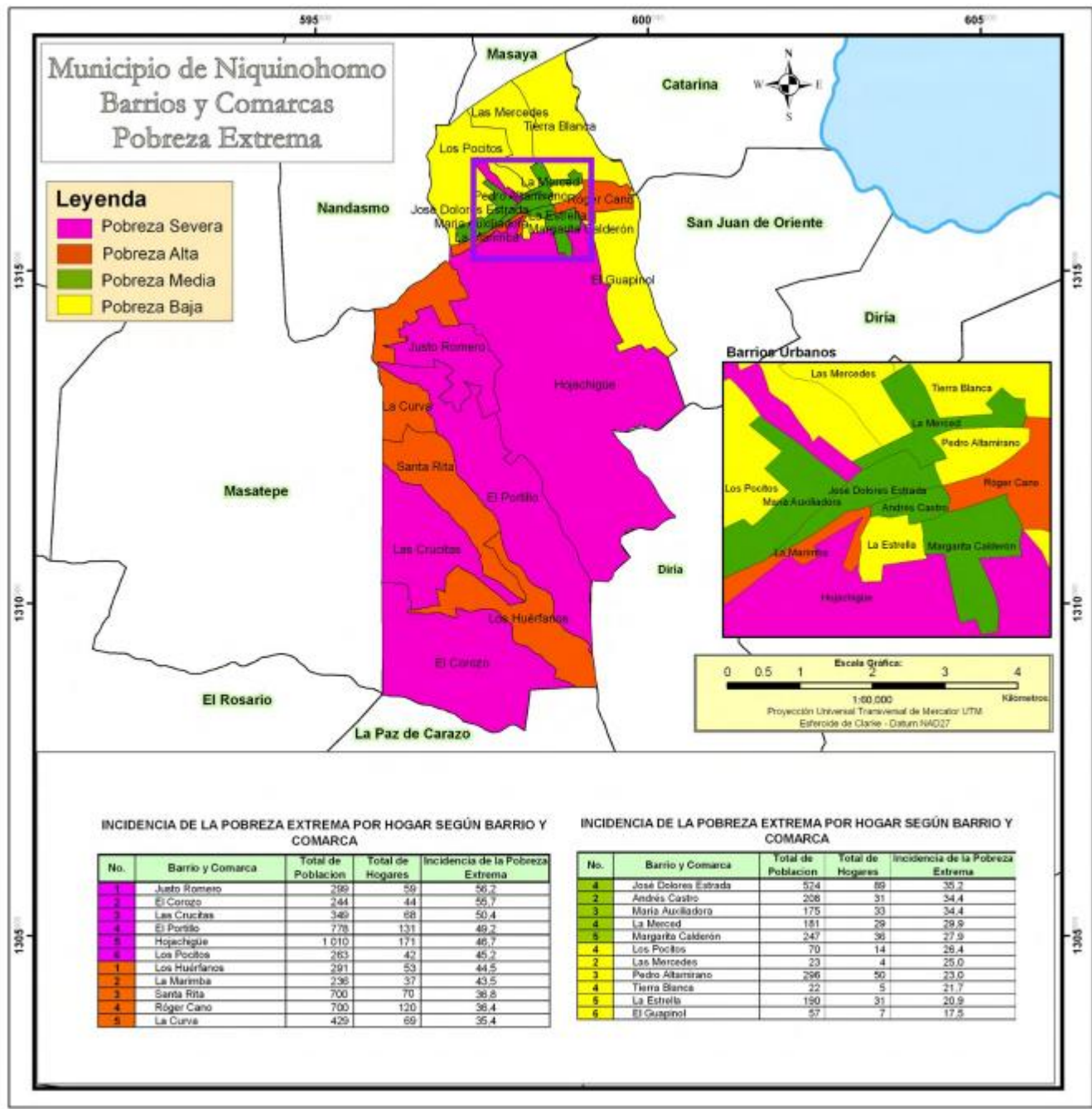
BIBLIOGRAFIA

1. Artículo ENATREL <http://goo.gl/QVDP9X>
2. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO FONDO MULTILATERAL DE INVERSIONES. SOLUCIONES SOSTENIBLES DE ENERGIAS RENOVABLES FUERA DE RED PARA COMUNIDADES AISLADAS EN ECUADOR (EC-M1063).
3. CEPAL Comisión Económica para América Latina, 2015. Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua. [Documento de Proyecto]. S.15-00753.
4. CNDC Centro Nacional de Despacho de Carga, 2016. Informe de Operación del SIN (Sistema Interconectado Nacional). [Informe]. Managua, Nicaragua.
5. CNDC Centro Nacional de Despacho de Carga, 2016. IPLAN INDICATIVO DE EXPANSION DE LA GENERACION ELECTRICA 2013-2027. [Libro]. Managua, Nicaragua.
6. Coloma Ferra, 1999.
7. El mercado de Energías Renovables en Nicaragua, FabianJochem Programa MASRENACE, Junio de 2005
8. Energy Central. Nicaragua con Energía Renovable
9. Ernesto Fontaine, Evaluacion Social de Proyecto.
10. Estadísticas de INIDE.
11. Estadísticas del Subsector Eléctrico, 2010, de CEPAL
12. Guía de la Energía Solar. MadridSolar 2006.
13. Informe Diagnóstico Marco Legal Renovables Nicaragua 2012.
14. Informe Final Producto 1: Línea Base de las Tecnologías Energéticas Producto 2: Estado del Arte.
15. ISBN 978-2-923358-76-5 Guía para el desarrollo de proyectos comunitarios de energía renovable. Comisión para la Cooperación Ambiental.
16. Labournet y Villos, Energía Solar Fotovoltaica.
17. Labournet y Villos, Libro Energía solar fotovoltaica.
18. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill. México D.F. 1991 4ª edición.
19. Metodología Energía SNIP (Sistema Nacional de Inversiones Públicas)

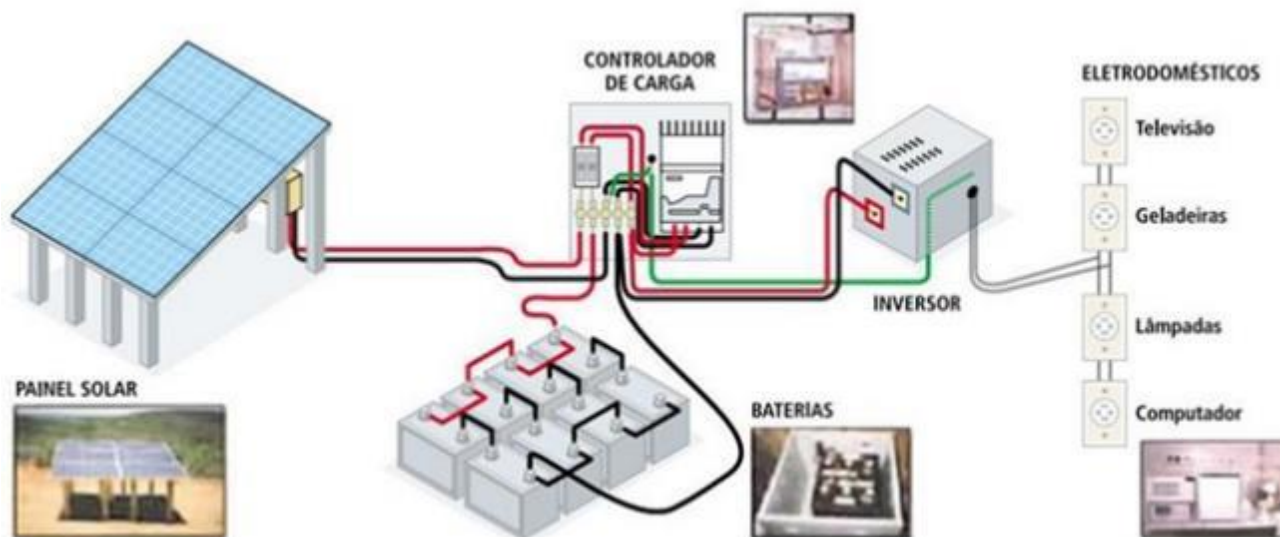
20. Monografía para optar al título de Ingeniero en Electrónica: “ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO ENERGÍA SOLAR PARA USO RESIDENCIAL”. FARLEY CALVO BOHÓRQUEZ
21. Orlando Vega, Fuentes de Energía
22. Pedro Fernández, Libro de Ingeniería Energética.
23. Propuesta de Reformas al Marco legal y Regulatorio de las Fuentes Renovables de Energía en Nicaragua, 2012, Renovables.
24. Reporte de Nicaragua entre los líderes en América Latina y el Caribe con programas de energía renovable de noticias Nicaragua Avanza.
25. Serie Técnica 1. Las energías renovables y sus usos productivos en Guatemala.
26. Serie Técnica 2. Las tecnologías de energía renovable comunitarias son posibles, la experiencia de la Fundación Solar en Guatemala.
27. Vaca Urbina, Evaluación de proyectos
28. Vilela y Araujo, Energía Renovable
29. Zacarías Ortiz, Eladio. Así se investiga.

ANEXOS

ANEXO 1. MACRO-LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO Y NIVEL DE POBREZA



ANEXO 2. DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO



ANEXO 3. ENCUESTA DIRIGIDA A POBLADORES DE LA COMUNIDAD

ENCUESTA

Estimado Sr. (a) esta encuesta tiene como objetivo conocer la situación actual del servicio eléctrico en su vivienda. Agradecemos su ayuda.

1. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?

- 1. Entre 2 y 4 ☐
- 2. Entre 4 y 6 ☐
- 3. De 6 a mas ☐

2.- De cuanto es su ingreso familiar mensual?

- 1. Entre C\$1000 a 2000 ☐
- 2. Entre C\$ 2000 a 3000 ☐
- 3. Más de C\$3,000 ☐

3. ¿En su vivienda, cuenta con energía eléctrica?

- 1. Si ☐
- 2. No ☐

4.- Si su vivienda no tiene energía eléctrica, ¿qué otro sustituto utiliza para iluminar su vivienda?

- 1. Keroseno ☐
- 2. Diesel ☐
- 3. Leña ☐
- 4. Lámparas de baterías ☐
- 5. Candelas ☐
- 6. Ninguno ☐

5.- ¿Puede estimar la cantidad semanal que usted compra de estos sustitutos y el precio en que usted lo compra?

Suministro	Cantidad de compra semanal	Precio de compra
Kerosene		
Diésel		
Leña		
Lámpara de baterías		
Candela de cebo		
Otro 1		
Otro 2		

6. Si en su vivienda tiene energía eléctrica, ¿nos puede detallar los aparatos que necesitan energía para funcionar? Favor especifique:

Equipo Eléctrico	Cantidad de equipos	Cantidad horas uso diario	Observación
TV			
Radio			
Bujías			
Equipo de refrigeración			
Celular			
Otro 1			
Otro 2			

7. Si usted tiene energía eléctrica. ¿Cuánto es el consumo mensual de energía eléctrica en su hogar?

1. Entre C\$50.00 y \$100.00 ☐
2. Entre C\$100.00 y \$300.00 ☐
3. Más de C\$300.00 ☐

8. ¿Ha escuchado acerca de la utilización en el hogar de energía renovable de paneles solares?

- 1. Si ☐
- 2. No ☐

9. ¿Cree que el uso de paneles solares tiene algún impacto negativo con el medioambiente?

- 1. Si ☐
- 2. No ☐

Comentarios:

ANEXO 4. ENTREVISTA A LÍDERES DE LA COMUNIDAD

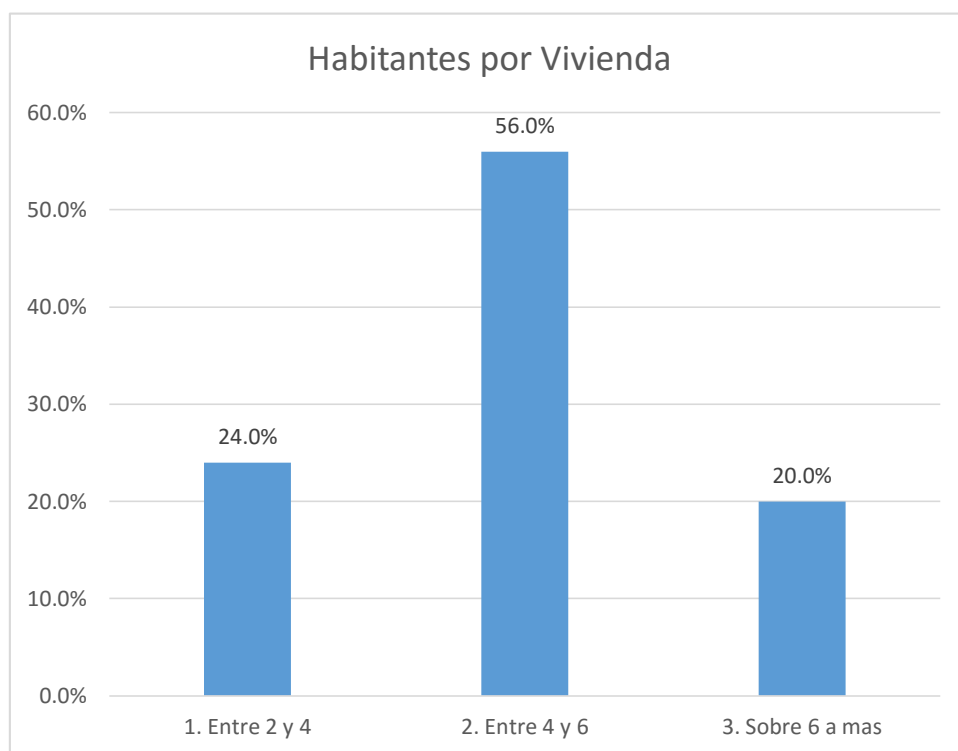
1. ¿Cuántas viviendas no tienen servicio de energía? En horas de la noche, ¿qué utilizan para iluminar sus viviendas? ¿Es posible estimar dicho consumo (keroseno, diesel, etc.)?
2. Promedio cuanto es lo que pagan en factura de energía eléctrica, las viviendas que tienen conexiones por este sistema.
3. ¿Cuáles son las dificultades que tienen por la falta de energía?
4. En cada vivienda, ¿Cuáles son los equipos eléctricos más comunes e luminarias? En lo posible, brindar cantidad de los mismos por vivienda.
5. ¿Cuántos niños y niñas asisten al colegio? Un rango de edad y nivel colegiatura.
6. ¿Qué otros proyectos se han implementado bajo esta directriz?
7. ¿Cuáles son las actividades económicas que se dedican en la comunidad? Estimar la cantidad de personas que se dedica por actividad
8. ¿Cuáles han sido sus experiencias con los proyectos implementados en la comunidad?
9. ¿Existe un área libre para ubicar un centro de carga de baterías, para fines comunitario? De ser así, ¿brindar su ubicación y dimensiones?

ANEXO 5. ENTREVISTA A FUNCIONARIO DE LA ALCALDÍA

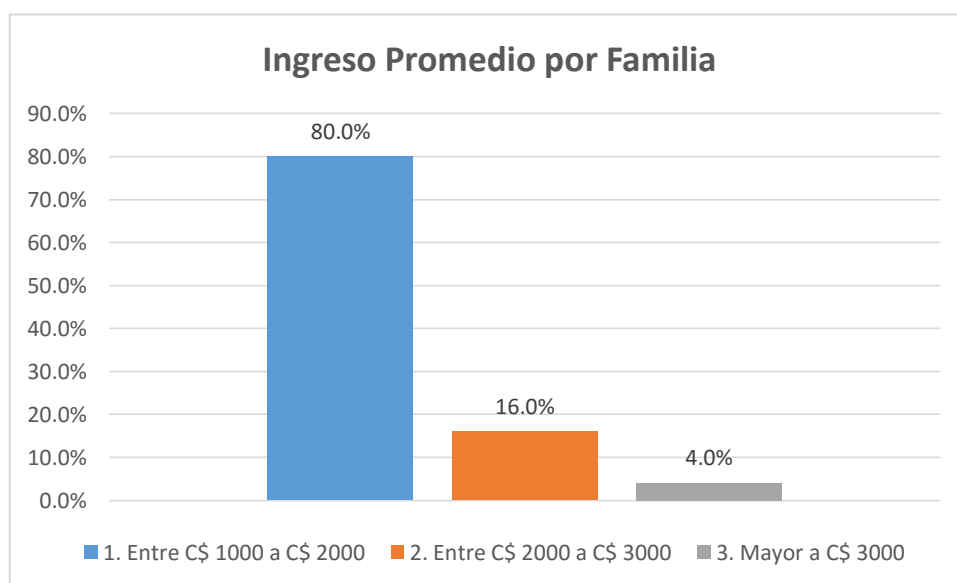
1. ¿Cuántas viviendas existen en la comunidad? ¿En promedio, cuántas personas habitan por vivienda? ¿Rango de edad de los pobladores? ¿En qué año se formó la comunidad?
2. ¿Cuántas viviendas tienen energía eléctrica en sus hogares?
3. ¿Cuáles son los problemas que tiene la población de esta comunidad por falta de energía eléctrica?
4. ¿Existen proyectos para abastecer de energía a la comunidad? De ser así, ¿Cuántos años se espera que se realice?
5. ¿En la comunidad, existe colegios, centros de salud, servicios de agua potable y de agua negras?
6. ¿Cuáles son las actividades económicas que se dedican en la comunidad?

ANEXO 6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LA ENCUESTA

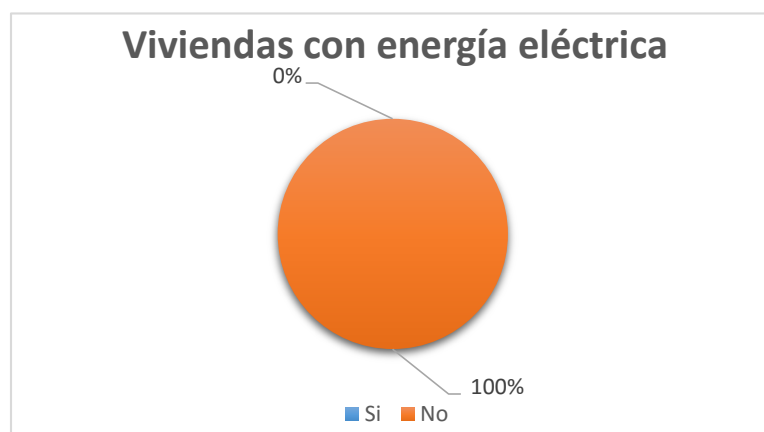
1.- Habitantes por vivienda



2.- Ingresos mensuales por familia

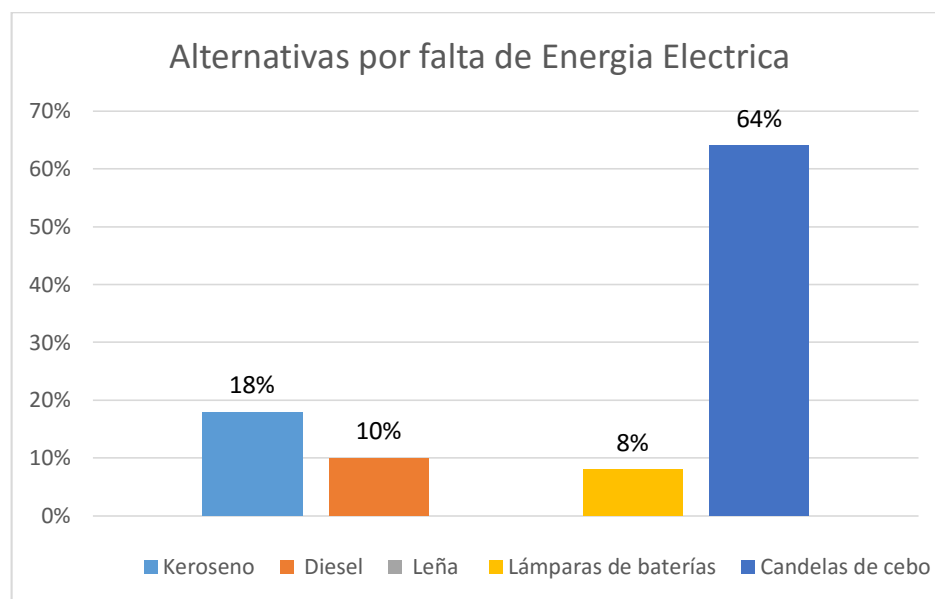


3.- Viviendas que tienen energía eléctrica



El 100% del total del número de habitantes encuestados respondieron que no tienen energía eléctrica en sus viviendas.

4.- Cuando no cuentan con suministro de energía eléctrica, ¿qué sustituto utiliza para iluminar sus viviendas?



5.- Cantidad y precio de compra de alternativas por falta de energía eléctrica.

Los resultados del gasto por compra de kerosene, diesel, candelas, baterías para lámparas, oscila en promedio en C\$ 150.00 a C\$ 200.00.

Sustituto	UM	Consumo Semanal	Precio de compra C\$
Keroseno	Litros	10	25.00
Diesel	Litros	3	18.00
Leña	Unidad	0	-
Lámparas de baterías	Unidad	4	12.00
Candelas de cebo	Unidad	1500	1.00

6.- Equipos eléctricos que poseen en sus viviendas.

El total de 50 viviendas no poseen energía eléctrica.

7.- En promedio. ¿Cuánto es el consumo mensual de energía eléctrica en su hogar?

El total de pobladores afirmaron que no pagan energía eléctrica porque no están conectados a la red de energía de Unión Fenosa.

8.- ¿Ha escuchado acerca de la utilización en el hogar de energía renovable de paneles solares?

El 100% de los encuestados han escuchado hablar sobre la energía a través de paneles solares, ya que ha existido un proyecto que beneficio a 20 familias en paneles solares para cargar celulares.

9. ¿Cree que el uso de paneles solares tiene algún impacto negativo con el medioambiente?

El 100% de los encuestados conocen que los paneles solares no tienen impacto negativo, pero que en épocas de lluvia no tendrían la carga solar.

ANEXO 7. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA A LÍDERES DE LA COMUNIDAD

Se realizaron cuatro entrevistas a los líderes de comunidad del consejo del Poder Ciudadano. Se detallan los líderes entrevistados:

1. Sr. Wilber Castro
2. Sr. Luis Hernández
3. Sr. Mario López
4. Sra. María Elena Pérez

1. ¿Cuántas viviendas no tienen servicio de energía?

Todos afirmaron que el total de viviendas de la comunidad son 70 y 50 de estas no están conectadas a red de energía, ya que se encuentran más alejadas de la conexión, aproximadamente unos 8 km más adentro de la zona que cuenta con energía.

2. En horas de la noche, ¿qué utilizan para iluminar sus viviendas? Es posible, estimar dicho consumo (keroseno, diesel, etc.)

Utilizan diferentes insumos, velas en su mayoría por ser más económicas, también kerosene.

3. Promedio cuanto es lo que pagan en factura de energía eléctrica, las viviendas que tienen conexiones por este sistema.

Las 40 viviendas que tienen energía en promedio pagan entre C\$ 150 a C\$ 300, en dependencia de los equipos eléctricos que poseen.

4. ¿Cuáles son las dificultades que tienen por la falta de energía?

- Se gasta dinero para comprar otros materiales para alumbrar.
- No hay uso de electrodomésticos
- Por las noches no hay iluminación, por lo que no se pueden realizar otras actividades que permitan desarrollar la economía familiar.

5. ¿Cuáles son los equipos eléctricos más comunes e luminarias? En lo posible, brindar cantidad de los mismos por vivienda.

Las viviendas que tienen energía eléctrica, utilizan en promedio 3 luminarias, en equipos eléctricos televisor, celulares, plancha, radio y muy pocas viviendas refrigerador (5).

6. ¿Cuántos niños y niñas asisten al colegio? Un rango de edad y nivel colegiatura.

Según datos, en total son 85 niños, edad entre 3 a 14 años, el colegio es para preescolar hasta 6to grado.

7. ¿Qué otros proyectos se han implementado bajo esta directriz?

Paneles solares para cargar celulares.

8. ¿Cuáles son las actividades económicas que se dedican en la comunidad? Estimar la cantidad de personas que se dedica por actividad.

Elaboración de muebles, agricultura, comercio, crianza de cerdo para comercializar, se cultiva yuca, plátanos, cítricos entre otros. También en moto taxis.

9. ¿Cuáles han sido sus experiencias con los proyectos implementados en la comunidad?

La experiencia es la elaboración de paneles solares para cargar celulares, además de cocinas para eliminar el uso de leña. El proyecto consistió en que los mismos pobladores se involucraran en la elaboración del panel, lo que permitió trabajar unidos y que aprendiéramos también del cuidado y el buen uso. Este proyecto ejecutado por la UNI, fue de gran ayuda para estas familias de escasos recursos económicos.

10. ¿Existe un área libre para ubicar un centro de carga de baterías, para fines comunitario? De ser así, ¿brindar su ubicación y dimensiones?

El auditorio localizado en la escuela de la comunidad de unas 90 láminas de zinc.

ANEXO 8. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA A FUNCIONARIO DE LA ALCALDÍA

- 1. ¿Cuántas viviendas existen en la comunidad? ¿En promedio, cuántas personas habitan por vivienda? ¿Rango de edad de los pobladores? ¿En qué año se formó la comunidad?**

En la comunidad existen un total de 90 viviendas, aproximadamente la mayoría de las familias están conformadas por más de 4 integrantes.

- 2. ¿Cuántas viviendas tienen energía eléctrica en sus hogares?**

Según datos que manejamos por Unión Fenosa están conectados 40 viviendas el restante no tienen energía convencional, y utilizan otros medios para la iluminación en horas nocturnas.

- 3. ¿Cuáles son los problemas que tiene la población de esta comunidad por falta de energía eléctrica?**

Viven en el aislamiento, después de la 7 de la noche no hay iluminación solar, por lo que a esa hora no hay nadie en los caminos, los pobladores se levantan temprano para hacer ir a sus trabajos, van en caminos desolados y los que elaboran artesanías no aprovechan las horas nocturnas para trabajar esta actividad que es el sustento de sus hogares.

- 4. ¿Existen proyectos para abastecer de energía a la comunidad? De ser así, ¿Cuántos años se espera que se realice?**

Actualmente la red eléctrica de Unión Fenosa es pequeña y esta misma abarca Niquinihomo y otras comunidades, por lo que se estima que requieren una alta inversión para ampliar la red. Unión Fenosa estima que en aproximadamente unos 10 años se puede ejecutar un proyecto de esa magnitud.

- 5. ¿En la comunidad, existe colegios, centros de salud, servicios de agua potable y de agua negras?**

En la comunidad si hay un colegio preescolar y primaria, no hay servicio de aguas negras y el servicio de agua potable es malo, porque no cuenta con la infraestructura adecuada, por lo solo llegan algunas horas al día.

6. ¿Cuáles son las actividades económicas que se dedican en la comunidad?

Los pobladores se dedican algunos a la agricultura de cítricos, plátano, tomates para venderlos en el mercado de Niquinohomo, a la artesanía de muebles, crianza de animales como cerdos, gran parte trabajan en zonas francas y también en transporte (mototaxis).

ANEXO 9. IMPUESTO, TÉRMINOS Y BASE LEGAL

TIPO DE IMPUESTO	TERMINOS	BASE LEGAL
DAI, IVA	Pre-inversión y construcción, y podrán acogerse hasta 10 años después de entrada en vigencia la Ley	Ley No. 532, Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables
IR (Tasa 30%)	7 años a partir de entrada de operación comercial	
Impuestos: Municipales sobre Bienes Inmuebles, Ventas, Matriculas durante la construcción	75% primeros 3 años, 50% siguientes 5 años y 25% últimos 2 años	
Todo tipo de Impuestos sobre maquinaria, equipos y presas hidroeléctricas	10 años a partir de entrada de operación comercial	
Todo tipo de Impuestos sobre explotación de riquezas naturales	5 años a partir de entrada de operación comercial	
Impuestos Timbre Fiscal	Construcción y operación por un período de 10 años	

ANEXO 10. COTIZACIONES

INVERSIÓN DE INFRAESTRUCTURA (CASETA) Costo de Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Costo Total
PRELIMINARES				
Material selecto	m3	0.50	C\$ 450.00	C\$ 225.00
Clavos de 2 1/2"	lbs	2.00	C\$ 25.00	C\$ 50.00
Reglas de 1"x3"x5vrs	unds	3.00	C\$ 80.00	C\$ 240.00
Cuartón de 2"x2"x5vrs	unds	3.00	C\$ 120.00	C\$ 360.00
FUNDACIONES				
Cemento	bls	2.00	C\$ 280.00	C\$ 560.00
Arena de Managua	m3	0.25	C\$ 600.00	C\$ 150.00
Piedrín	m3	0.25	C\$ 750.00	C\$ 187.50
Acero de 3/8" corrugado	qq	0.25	C\$ 1,200.00	C\$ 300.00
Acero de 1/4" liso para estribos	qq	0.25	C\$ 1,100.00	C\$ 275.00
Alambre de amarre nº 18	lbs	10.00	C\$ 25.00	C\$ 250.00
Tablas de 1"x10"x5vrs	unds	2.00	C\$ 260.00	C\$ 520.00
Reglas de 1"x3"x5vrs	unds	1.00	C\$ 80.00	C\$ 80.00
Clavos de 2 1/2"	lbs	2.00	C\$ 25.00	C\$ 50.00
ESTRUCTURAS				
Cemento	bls	4.00	C\$ 280.00	C\$ 1,120.00
Arena de Managua	m3	0.50	C\$ 600.00	C\$ 300.00
Piedrín	m3	0.50	C\$ 750.00	C\$ 375.00
Acero de 1/4" liso para estribos	qq	0.50	C\$ 1,100.00	C\$ 550.00
Alambre de amarre nº 18	lbs	10.00	C\$ 25.00	C\$ 250.00
Tablas de 1"x10"x5vrs	unds	3.00	C\$ 260.00	C\$ 780.00
Reglas de 1"x3"x5vrs	unds	1.00	C\$ 80.00	C\$ 80.00
Clavos de 2 1/2"	lbs	5.00	C\$ 25.00	C\$ 125.00
Perlines 2"x4"x1/16"	unds	12.00	C\$ 460.00	C\$ 5,520.00
Soldadura 6013 lincol	caj	1.00	C\$ 675.00	C\$ 675.00
Pintura anticorrosiva	gls	2.00	C\$ 750.00	C\$ 1,500.00
Thinner	gls	2.00	C\$ 240.00	C\$ 480.00
PAREDES				
Bloques de cemento	unds	550.00	C\$ 18.00	C\$ 9,900.00
Cemento	bls	45.00	C\$ 280.00	C\$ 12,600.00
Arena de Managua	m3	4.50	C\$ 600.00	C\$ 2,700.00
TRANSPORTE				
Transporte	unds	1.00	C\$ 3,500.00	C\$ 1,500.00
Total Materiales en C\$				C\$ 41,702.50
Total Mano de Obra en C\$				C\$ 5,500.00
COSTO TOTAL DE LA OBRA EN C\$				C\$ 47,202.50
COSTO TOTAL DE LA OBRA EN \$				\$1,600.08

ANEXO 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS